DER BRONCHIALBAUM

DER

SÄUGETHIERE UND DES MENSCHEN.

NEBST

BEMERKUNGEN ÜBER DEN BRONCHIALBAUM DER VÖGEL UND REPTILIEN.

VON

PROF. DR. CHR. AEBY

IN BERN.



MIT 6 LITHOGRAPHISCHEN, 4 LICHTDRUCK-TAFELN UND 9 HOLZSCHNITTEN.

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1880.

Inhaltsverzeichniss.



Einleitung.

Unsere bisherigen Vorstellungen von der Lunge des Säugethieres beruhen auf der Voraussetzung einer dichotomischen Verzweigungsweise ihrer Luftwege. Besonders förderlich für das Verständniss des Organes hat sich dieselbe nicht erwiesen und ich befürchte keinen Widerspruch, wenn ich das betreffende Kapitel als eines der ödesten und undankbarsten der vergleichenden Morphologie bezeichne. Schwächlich, hülflos in eigener Gestaltungskraft erscheint die Lunge wie ein Spielball ihrer Umgebung und ihre jeweilige Gestaltung kaum mehr denn als ein Werk des Zufalles. Die Beziehungen der ungelappten zur gelappten und der an Lappen armen zu der an Lappen reichen liegen völlig im Dunkel, ja es ist kaum noch der Versuch gemacht worden, solche herzustellen. Der empirischen Form fehlte eben der bewusste Inhalt, ihrem fortwährenden Wechsel der Halt eines leitenden Prinzipes. Das Dogma des dichotomisch getheilten Bronchialbaums trug die Schuld. In seinem Banne lag selbst die Entwicklungsgeschichte, die sonst wohl zu andern Ergebnissen hätte führen können, gefangen. Gelegentliche Beobachtung weckte in mir die ersten Zweifel an seiner Berechtigung, systematische Forschung machte es sofort zum Phantasiegebilde. Dafür gewann der träge Gewebeklumpen in überraschender Weise an Leben und verwandelte sich das bisher charakterlose Gebilde zu einem Organe von wundersam strengem und einheitlichem Gefüge. Jetzt bin ich im Stande, den Nachweis zu liefern, dass trotz allen, oft so auffälligen, äussern Verschiedenheiten die sämmtlichen Säugethierlungen auf ein und demselben architectonischen Boden stehen. Darin liegt aber nicht allein für das Verständniss eines einzelnen Organes, sondern wohl auch für das Gesetz der continuirlichen Formentwicklung in der Thierwelt ein erheblicher Gewinn.

Die Darstellung der Hauptäste des Bronchialbaums stösst weder an frischen, noch an in Weingeist aufbewahrten Lungen auf wesentliche Schwierigkeiten. Oft gelingt sie sogar überraschend leicht, indem sich das umhüllende Gewebe beinahe ohne die Nachhülfe schneidender Instrumente zurückstreifen lässt. Am besten ist es, vom Hilus aus den Bronchialstämmen nachzugehen, da sie der Mediastinalseite des Organs am nächsten liegen. Auf diese Weise ist nicht

allein die Arbeit am raschesten gethan, sondern es leidet auch die Gesammtform des oft nur schwer zu ersetzenden Präparates am wenigsten[1]).

In solcher Art gewonnene Bronchialbäume geben zwar über Vieles, doch keineswegs über Alles, was gewünscht werden kann, Aufschluss. Sie liefern naturgemäss nur Zerrbilder mit verschobenen Linien und bedürfen daher, sobald es sich um die ursprüngliche Topographie handelt, der Berichtigung. Ich habe eine solche dadurch zu erzielen gesucht, dass ich die Luftwege völlig unversehrter menschlicher und thierischer Leichen von der Luftröhre aus mit dem leicht schmelzbaren ROSE'schen Metallgemische ausgoss und das entstandene Metallgerippe durch Maceration von den umhüllenden Weichtheilen befreite. Ich glaube nicht, dass diese Methode in der möglichst getreuen und zuverlässigen Wiedergabe der natürlichen Verhältnisse von irgend einer andern erreicht oder gar übertroffen wird[2]). Freilich sind es in der Regel, um das Wort eines berühmten Meisters in der anatomischen Technik zu gebrauchen, nur »nackte Bronchialbäume«, die man erhält[3]), aber diese entsprechen, weil an Ort und Stelle und in engem Anschlusse an die normale Sachlage gewonnen, unsern Zwecken doch ungleich besser als unstreitig feinere Erzeugnisse der Injectionskunst, die von ihren natürlichen Existenzbedingungen entrückten Organen erhalten werden. Dem hohen Werthe der letztern nach andern Richtungen hin soll damit kein Abbruch geschehen. Es wäre unverständig, von Einer Methode Alles zu verlangen. Gerade die Lunge bietet in dieser Hinsicht

---

1) Eine grosse und ausgezeichnete Auswahl schwer zu beschaffender Lungen aus dem anatomischen Museum zu Breslau wurde mir durch den derzeitigen Vorstand, Hr. Prof. HASSE, in liebenswürdigster Weise zur Verfügung gestellt. Hrn. Prof. SELENKA in Erlangen verdankte ich die Möglichkeit, den für die Gruppe der Perissodactylen wichtigen Tapir zu untersuchen. Es sei mir gestattet, beiden Herren an dieser Stelle ein herzliches Dankeswort zuzurufen.

2) Ich betrachte als Vortheile der Methode, dass die Masse ohne allen künstlichen Druck, nur durch die eigene Schwere geleitet, einfliesst und der Luft ein Entweichen nach aussen gestattet, ferner, dass sie in sehr widerstandsfähiger und deshalb beständiger Form erstarrt. Theoretisch könnte vielleicht das hohe spezifische Gewicht des Gemisches Bedenken erwecken, indessen lehrt die Schönheit und Regelmässigkeit der erhaltenen Bronchialbäume, dass in allfälligen Verschiebungen und Verrückungen eine wesentliche Fehlerquelle nicht bestehen kann. Schlimmer ist der Umstand, dass sehr dünnwandige und wenig befeuchtete Luftröhren durch die Hitze des Metalles der Quere nach sich etwas zusammenziehen und daher enger werden. Aufmerksamkeit und genaues Zusehen thut daher immer noth. Eine bei niedrigerer Temperatur verwendbare Masse, welche im Uebrigen an Tugenden der von mir gewählten gleich käme, ist mir leider nicht bekannt. Uebrigens kommt der gerügte Uebelstand nur bei einer allfälligen Bestimmung des absoluten Kalibers in Betracht.

3) Welch reiche Belaubung denselben indessen auch zukommen kann, mag durch den auf Taf. VII. Fig. 13 nach photographischer Aufnahme dargestellten Bronchialbaum des Pferdes bewiesen werden. Selbst von kleineren Thieren (Affe, Kaninchen) habe ich wiederholt Präparate von überraschender Zierlichkeit und Vollendung erhalten, zu andern Malen freilich wieder unter anscheinend ganz gleichen oder selbst günstigeren Verhältnissen nur eine Füllung des allergröbsten Astwerkes zu erzielen vermocht. Offenbar hängt der jeweilige Erfolg von dem Zusammentreffen einer Reihe von Bedingungen ab, die man nicht alle in der Hand hat und daher auch nicht willkürlich zu erstellen vermag.

ganz besondere Schwierigkeiten und es dürfte kaum je gelingen, ihre feinsten und gröbsten Structurverhältnisse neben einander in gleicher Vollendung fest zu halten. Wir geben daher bereitwillig preis, was für die Lösung unserer Hauptfrage von gar keinem oder nur von untergeordnetem Werthe ist.

Die Lunge des Menschen verlangt aus nahe liegenden Gründen eine eingehendere Prüfung und gesonderte Besprechung. Wir lassen sie daher vorläufig ausser Acht, um zunächst das allgemeine Gestaltungsgesetz der Säugethierlunge zu entwickeln und damit auch für die richtige Beurtheilung jener den unentbehrlichen Hintergrund zu gewinnen. Vögeln und Reptilien sei es schliesslich vorbehalten, unsern Sinn vom Besondern wieder auf das Allgemeine zu lenken und unsern Gesichtskreis über die Säuger hinaus auf alle mit Lungen versehenen Wirbelthiere anszudehnen.

I. Der Bronchialbaum der Säugethiere.

A. Allgemeine Formverhältnisse.

Der Grundplan des Bronchialbaums ist für alle Säugethiere derselbe und ungeachtet mannigfacher Abänderungen überall ohne Schwierigkeit nachzuweisen. Von einem dichotomischen Zerfalle der beiden Luftröhrenäste ist nirgends die Rede und es muss in dieser Hinsicht mit der Ueberlieferung ein für allemal gründlich gebrochen werden. Weit davon entfernt, sich beim Eintritte in die Lungensubstanz aufzulösen, bewahrt ein jeder von ihnen seine volle individuelle Selbständigkeit, indem er, ohne seine Richtung wesentlich zu ändern, das betreffende Organ gestreckten Verlaufes unter allmäliger Verjüngung nach unten hin durchzieht, um erst in dem Winkel zwischen Zwerchfell und Wirbelsäule unweit der Oberfläche zu enden. An diesen Punkt ist somit das untere Lungenende zu verlegen [1]. Jede Lunge besitzt ein grundlegendes Achsengebilde, das wir den Stammbronchus nennen wollen. Soweit es unverhüllt zu Tage tritt, um mit demjenigen der andern Seite zum Stamme der Luftröhre zu verschmelzen, entspricht es dem Bronchus oder Luftröhrenaste im herkömmlichen

[1] Um für menschliche und thierische Lungen, wie es doch wünschbar ist, eine einheitliche, jedes Missverständniss ausschliessende Ausdrucksweise zu gewinnen, orientire ich alle Bronchialbäume nach einer senkrecht gedachten Körperachse, obgleich eine solche in Wirklichkeit nur dem Menschen zukommt. Es ist dies ja auch die Stellung, die wir unwillkürlich jedem Bronchialbaum zu geben pflegen. Das Trachealende wird dabei zum obern, das Zwerchfellende zum untern, die ventrale Seite zur vordern, die dorsale zur hintern. Wo von einer äussern Seite die Rede sein wird, ist die laterale gemeint. Dadurch wird die mediale von selbst zur innern.

Sinn. Dieser ist also kein selbständiges Organ, sondern nur Theil eines solchen. Der zugehörige, im Innern der Lunge verborgene Theil hat sich bisher der Beachtung entzogen. Beide Stammbronchen ergänzen sich zu einer spitzwinkligen, meistentheils asymmetrischen Gabel, deren Höhlung das Herz aufnimmt.

In seinem Verlaufe durch die Lungensubstanz ist der Stammbronchus leicht zu verfolgen. Er durchsetzt sie etwas excentrisch nach innen und hinten zu. Vom Hilus ab entsendet er zahlreiche, in der Mehrzahl spitzwinklig absteigende Seitenäste, die in ihrer Gesammtheit das Gerippe des Bronchialbaums ausmachen. Dieser ist nicht, wie die fälschlich angenommene dichotomische Verzweigungsweise glauben liess, polypodisch, sondern streng monopodisch. Gleiches gilt für die weitere Verzweigung dieser Seitenäste. Abweichungen von dem strengen Gesetze kommen im allgemeinen erst in weiter vorgeschobenen Bezirken dadurch vor, dass der Gegensatz zwischen Stamm und Zweig sich verwischt, indem beide an Stärke einander gleich werden und so äusserlich das Gepräge gleichwerthiger Theilstücke eines gemeinschaftlichen Ganzen annehmen. In den Endverzweigungen dürfte dies wohl zur Regel werden, doch fehlen mir darüber eigene Erfahrungen. An der Hand der von mir befolgten Methode waren solche nicht zu gewinnen. Auch liegt das ganze Gebiet jenseits des Zieles, das ich mir gesteckt hatte. Die Annahme der Dichotomie findet anscheinend eine Stütze in dem Verhältniss zwischen dem Stamme der Luftröhre und ihren beiden Aesten. Solches ist indessen in Wirklichkeit nicht der Fall. Die Luftröhre ist eine selbständige Bildung, welche in unpaarer Grundlage den paarigen Bronchialbaum zusammenfasst. Dabei ist es für unsere Zwecke völlig gleichgiltig, ob solches durch theilweise Verschmelzung zweier anfänglich völlig getrennter Anlagen oder aber, wie solches Kölliker[1]) vertheidigt, durch Abschnürung eines ventralen Abschnittes des Darmrohrs geschieht.

Von Wichtigkeit ist das Verhalten der Blutgefässe, namentlich der im Vergleiche zu den venösen überhaupt strenger disciplinirten arteriellen. Der Arterienbaum ist eine einfache Wiederholung des Bronchialbaums. Auch in ihm nichts von Dichotomie, sondern ruhige monopodische Entfaltung in unmittelbarem Anschluss an die Luftwege. Die Venen gestatten sich grössere Freiheit, ohne jedoch das Grundprincip völlig zu verleugnen. Ihre Stämme verlaufen vor dem Hauptbronchus. Die immer einfache Hauptarterie dagegen hält sich an dessen Rückseite und sieht sich daher, um zu dem Herzen zu gelangen, gezwungen, ihn nach vorn hin zu überkreuzen[2]). Es geschieht dies immer lateral in der Nähe seines oberen Endes. Er zerfällt in Folge davon, und

---

1) Kölliker, Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höhern Thiere. Leipzig 1879.

2) Eine abweichende Anordnung der Gefässe fand ich bei Bradypus (Taf. I. Fig. 2). Der Arterienstamm zerfiel in zwei Aeste, von denen der eine allerdings nach Abgabe eines Zweiges an das Gebiet des obersten Seitenbronchus an gewohnter Stelle den Stammbronchus nach hinten zu überkreuzte, der andere dagegen an seiner Vorderseite gegen das freie Ende der Lunge herabzog. Letzterer muss wohl als eine zur Herrschaft gelangte Collateralbahn angesehen werden. Da sich zwei verschiedene Exemplare durchaus übereinstimmend verhielten, kann es sich nicht wohl um einen Zufall handeln. Anderwärts ist mir ähnliches nie begegnet.

das ist für die ganze weitere Gestaltung des Bronchialbaums von entscheidender Bedeutung, in einen eparteriellen und einen hyparteriellen Abschnitt (Fig. 1).

Die Anordnung der primären Seitenäste oder der Seitenbronchen, wie sie zum Unterschiede vom Stammbronchus von nun an heissen sollen, erfolgt mit grosser Regelmässigkeit; sie ist eine durchaus typische. Nur wenige gehören dem eparteriellen, die meisten dem hyparteriellen Bezirke an. Erstere können selbst vollständig fehlen, letztere sind immer vorhanden und bilden unter allen Umständen den Grundstock des Bronchialbaums. Das hyparterielle Bronchialsystem der rechten und der linken Lunge ist bis auf Störungen untergeordneten Ranges immer symmetrisch, das eparterielle oft in hohem Grade asymmetrisch ausgebildet. Dieses bezieht seine Arterien vor, jenes erst nach der Kreuzung des Hauptgefässes mit dem Stammbronchus. Es giebt also der Punkte genug, welche die beiden Systeme in einen gewissen Gegensatz zu einander bringen und eine gesonderte Behandlung nicht allein als gerechtfertigt, sondern selbst als nothwendig erscheinen lassen.

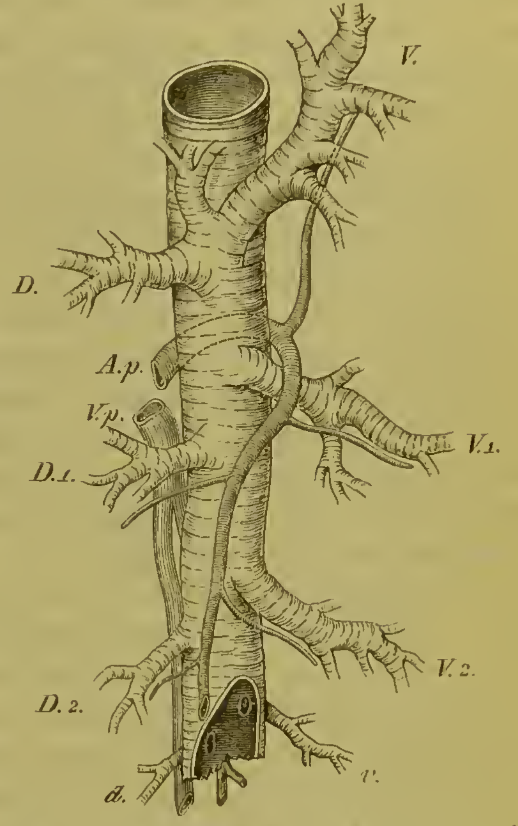


Fig. 1. Halbschematische Darstellung der Verzweigung des Bronchialbaums. V, V^1, V^2, Ventrale, D, D^1, D^2, dorsale Seitenbronchen. V und D im eparteriellen Gebiet zu einheitlichem Stamme vereinigt, im hyparteriellen getrennt. — v, Ventraler, d, dorsaler Nebenbronchus. — *A. p*, Lungenarterie. — *V. p*, Lungenvene.

Die hyparteriellen Seitenbronchen treten immer in zwiefacher Längsreihe, einer dorsalen und einer ventralen, auf. Sie machen das Astwerk des Bronchialbaums zu einem doppelt gefiederten und legen den Grund zur seitlichen Abplattung des Lungenkörpers mit einer Aussen- und einer Innenfläche. Jene folgt in einheitlicher Wölbung der Seitenwand des Brustkorbes. Diese trifft oben auf das Mediastinum, unten auf das Zwerchfell, springt in den von beiden gebildeten Winkel kantig vor und zerfällt dadurch in zwei gesonderte, zu flachen Gruben vertiefte Felder, ein oberes, mehr vertikales und ein unteres, mehr horizontales. Dieselben setzen sich in sehr verschiedener Bestimmtheit von einander ab, im allgemeinen aber um so schärfer, je ausgesprochener die Stellung des Zwerchfells zur queren geworden ist. Der systematischen Anatomie ist es nicht zu verdenken, wenn sie einem jeden dieser Felder Selbständigkeit zuerkennt. Um so mehr muss im Interesse einer richtigen Würdigung der Lungenarchitectur betont werden, dass sie in Wahrheit nichts sind als durch Anpassung an die Nachbarschaft entstandene Differenzirungsproducte einer an und für sich einheitlichen Fläche. Demgemäss hat die Lunge auch nur zwei typische Ränder, einen hintern, ziemlich gera-

den, wulstig gerundeten, an dem die beiden Seitenflächen ohne deutliche Grenze in einander übergehen, und einen vordern convexen, scharfkantig zugeschnittenen und durch die Kante der Innenfläche winklig abgeknickten.

Dorsale und ventrale Bronchen stehen gewöhnlich alternirend zu einander. Den letzteren kommt dabei in der Regel die höhere Lage zu. Das Gegentheil scheint für Cetaceen (Delphinus, Taf. II. Fig. 3) charakteristisch zu sein. In seltenen Fällen habe ich auch beide Lagerungsweisen combinirt getroffen, indem die ersten dorsalen Bronchen über, die nachfolgenden unter den zugehörigen ventralen standen; so einmal bei Cynocephalus babuin. Vielleicht sind diese Vorkommnisse von nur individueller Bedeutung.

Sehr bemerkenswerth ist die grosse Beständigkeit, womit die Seitenbronchen in Lungen der gleichen Art der Zahl nach auftreten. Es sind ihrer höchstens 8—9, nicht selten aber auch nur 5—6 vorhanden. Der Ausfall betrifft dann immer die untersten, während die obersten unter allen Umständen das Feld siegreich behaupten. Uebereinstimmende Zahlenverhältnisse in beiden Reihen herrschen vor. Daneben fällt wohl hier wie dort ein Glied bisweilen aus, so dass die Regelmässigkeit der Alternation zu Schaden kommt. Beiderseitiges Fehlen der zwei ersten Dorsalbronchen ist dem Stachelschweine eigenthümlich (Taf. VI. Fig. 12).

Die beiden Reihen der Seitenbronchen liegen sich niemals gerade gegenüber. Die Ursprünge der ventralen Bronchen sind immer nach aussen und hinten verschoben und denjenigen der dorsalen so weit genähert, dass nur ein schmaler Streif des Stammbronchus zwischen beiden zurückbleibt. Dieser dient zur Aufnahme der Hauptarterie, nachdem sie in steilem Bogen den ersten Ventralbronchus von vorn nach hinten umgriffen. Die grössere Peripherie des Stammbronchus bleibt frei nach innen und vorn hin, und dies um so mehr, als die Ventralbronchen nur ausnahmsweise, ähnlich den Dorsalbronchen, eine sagittale Richtung einhalten, viel öfter dagegen lateralwärts von derselben abweichen. Dadurch wird naturgemäss die Hauptmasse der Lungen nach aussen verlegt und erklärt sich in einfachster Weise die verhältnissmässig oberflächliche Lage des Stammbronchus an deren Innenseite. Der Stammbronchus bildet gewissermassen die Kante eines dreiseitig prismatischen, von den beiden Reihen der Seitenbronchen in Verbindung mit der benachbarten Brustwand begrenzten Raumes.

Seine dorsalwärts excentrische Lage macht es erklärlich, dass die Dorsalbronchen durchgängig kürzer und schwächer sind als die Bronchen der ventralen Seite. Im allgemeinen sind jene als die Träger des stumpfen Randabschnittes in ihren Verzweigungen auch gedrungener und in der Kronenbildung gerundeter, als diese, die schlanke, nach den Enden hin zugeschärfte Formen anstreben. Nach unten hin nehmen die Glieder beider Reihen bald rascher, bald langsamer an Umfang und damit auch an Mannigfaltigkeit in den secundären Verzweigungen ab. Dafür steigert sich ihre Neigung zur Abgabe von Seitenästen an den Stammbronchus. Die betreffenden Uebertragungen lassen sich häufig genug Schritt für Schritt auf das Deutlichste verfolgen. Sie geschehen immer nach innen hin und dann überdeckt sich das vorher kahle Gefild

des Stammbronchus mit dorsalen und ventralen Nebenbronchen, die, wo sie reichlich und kräftig vorhanden sind, mit ihrem üppigen Geäste die strengen Hauptlinien des Bronchialbaums verschleiern und das Auge täuschen. Der sicher geschulte Blick wird sich durch sie nicht irre führen lassen. Ihrem Stammvater bleiben sie dicht zur Seite oder, und das ist der häufigere Fall, sie wandern nach abwärts.

Für den untergeordneten Rang dieser Nebenbronchen spricht namentlich auch die ausserordentliche Unbeständigkeit ihres Auftretens. In manchen Lungen fehlen sie ganz oder sie sind nur zu wenigen vorhanden (Cetaceen), in andern ist beinahe jeder Seitenbronchus mit ihnen beglückt (Artiodactylen, Pferd). Die ventralen erfreuen sich einer weitern Verbreitung als die dorsalen und kommen oft genug auch ohne solche vor, während das Umgekehrte nicht stattzufinden scheint. Auffällig ist die Thatsache, dass ihre Entwicklung in der linken Lunge fast immer erst tiefer unten beginnt, als in der rechten. Ihre Stärke ist eine sehr wechselnde. Sie sind in dieser Hinsicht selbst befähigt, ihren Urhebern ebenbürtig zur Seite zu treten. Namentlich gilt dies für den ersten ventralen Nebenbronchus der rechten Seite, der zudem dadurch noch ganz besonders hervortritt, dass ihm sehr häufig die Bildung eines besondern, hinter dem Herzen liegenden Lappens (Lobus infracardiacus) [1]) übertragen wird. Er verdient daher wohl den Sondernamen eines Herzbronchus (Bronchus cardiacus). Ich habe ihn nur bei Delphinen, Seehunden und Zahnlosen, sowie auch beim Stachelschweine vermisst. Bisweilen hält er seine verwandtschaftlichen Beziehungen zu dem zugehörigen Seitenbronchus aufrecht, indem er von dessen Wurzel entspringt (Phascolomys Wombat, Taf. III. Fig. 6; Antilope gutturosa). Einen ähnlichen Entwicklungsgang habe ich den entsprechenden Nebenbronchus der linken Lunge nur bei einem einzigen Thiere (Coelogenys Paca) nehmen sehen.

Sehr selten und auf die tiefern Stockwerke beschränkt ist der Fall, dass ein Seitenbronchus sich gänzlich in Nebenbronchen auflöst und somit als solcher in der Reihe seiner Genossen eine Lücke lässt. Wohl aber verschwindet im allgemeinen der anfängliche Grössenunterschied zwischen beiden Gruppen gegen das Ende des Bronchialbaums hin immer mehr, bis zuletzt in dessen Wipfel eine Scheidung der typischen von den blos accessorischen Bestandtheilen bisweilen mit Schwierigkeiten zu kämpfen hat. Diese sind es, die, wie schon früher angedeutet worden, das wirkliche Zahlenverhältniss der Seitenbronchen in Frage stellen können.

Eparterielle Bronchen kommen immer nur in der Einzahl vor. Nebenbronchen bleiben ihnen völlig fremd. Sie entspringen ausnahmslos mit einfacher Wurzel aus dem seitlichen Umfange des Stammbronchus, ziemlich genau in einer Mittelstellung zwischen den dorsalen und ventralen Aesten der hyparteriellen Zone, also vor jenen und hinter diesen. Vermittelnd zwischen beiden ist auch ihr weiteres Verhalten. Ihre Verzweigung ist eine beiderseitige

1) Owen (On the Anatomy of Vertebrates. London, 1868. Vol. III. p. 576) nennt ihn Lobulus impar (»azygos lobe«).

und greift in gleicher Weise in das dorsale wie in das ventrale Gebiet ein. Man könnte daher den ganzen Bronchus einen dorso-ventralen nennen. In ihm hat offenbar die Scheidung des hyparteriellen Gebietes in zwei streng geschiedene Bezirke noch nicht stattgefunden, ein Thatbestand, der wohl damit in Verbindung gebracht werden darf, dass die Lungenarterie nicht sondernd einzugreifen vermocht hat. Ist solches richtig, so kann folgerichtig von einem principiellen Gegensatze zwischen eparteriellem und hyparteriellem Bronchialsystem nicht die Rede sein. Nichtsdestoweniger behält die Verschiedenheit ihrer Gestaltung, angesichts der strengen und unabänderlichen Gesetzmässigkeit, womit sie auftritt, einen unbestreitbaren morphologischen Werth[1].

Trotz seiner Einfachheit spielt gerade dieses eparterielle Bronchialsystem in dem jeweiligen Lungentypus eine nicht allein hervorragende, sondern geradezu entscheidende Rolle. Eine bedeutsame Differenzirung des Bronchialbaums ist sein Werk. Sie besteht darin, dass das eparterielle System, das bei voll ausgebildetem Bronchialbaum beiden Lungen zukommt, für die eine, und dann ausnahmslos für die linke, oder aber für beide verloren geht. Daraus erwachsen drei Hauptformen des Bronchialbaums. Sie fanden sich bei den Lungen, die mir vorlagen, in folgender Weise vertreten[2].

a) Lungen mit eparteriellem Bronchialsystem auf beiden Seiten.

1. Monotremata: 0.
2. Marsupialia: 0.
3. Edentata (*): Bradypus tridactylus.
4. Cetacea: Delphinus delphis u. phocaena.
5. Perissodactyla (*): Equus caballus.
6. Artiodactyla (*): Auchenia lama.
7. Proboscidea: Elephas africanus.
8. Rodentia (*): 0.
9. Insectivora: 0.
10. Pinnipedia: Phoca vitulina u. groenlandica.
11. Carnivora: 0. — 12. Chiroptera: 0. — 13. Prosimiae: 0. — 14 Primates: 0.

b) Lungen mit eparteriellem Bronchialsystem nur auf der rechten Seite.

1. Monotremata: Ornithorhynchus paradoxus; Echidna hystrix.
2. Marsupialia: Phascolomys Wombat: Macropus gigas u. penicillatus; Hypsiprimnus marinus; Perameles fusciventer; Didelphis virginiana.
3. Edentata (*): Myrmecophaga jubata u. didactyla; Dasypus niger.

---

1) Ich verweise bezüglich der morphologischen Stellung der beiden Systeme zu einander auf das Schlusskapitel.

2) Ich lege der Aufzählung die natürlichen Ordnungen zu Grunde. Diejenigen unter ihnen, welche Vertreter in mehr als einer der drei aufgestellten Kategorien zählen, sind durch einen Stern (*) kenntlich gemacht.

4. Cetacea: 0.
5. Perissodactyla(*): Tapirus americanus.
6. Artiodactyla(*): Dicotyles torquatus; Sus scrofa; Cervus dama u. elaphus; Antilope gutturosa u. rupicapra; Ovis aries; Capra hircus; Bos taurus.
7. Proboscidea: 0.
8. Rodentia(*): Lepus timidus u. cuniculus; Cricetus frumentarius; Mus musculus u. decumanus; Myodes lemmus; Arctomys marmotta; Sciurus vulgaris; Coelogenys Paca.
9. Insectivora: Erinaceus europaeus; Talpa europaea.
10. Pinnipedia: 0.
11. Carnivora: Ursus arctos; Mustela foina u. putorius: Viverra genetta; Herpestes galera; Lutra vulgaris; Canis familiaris, vulpes u. lupus; Felis leo, domestica u. lynx; Cynailurus guttata; Meles taxus.
12. Chiroptera: Plecotus auritus.
13. Prosimiae: Lemur catta u. mongoz.
14. Primates: Cebus capucinus u. apella; Cynocephalus sphinx u. babuin; Inuus cynomolgus, nemestrinus u. ecaudatus; Cercopithecus sabaeus, cephus u. mona; Pithecus satyrus; Troglodytes niger.

c) Lungen ohne eparterielles Bronchialsystem.

1. Monotremata: 0. — 2. Marsupialia: 0. — 3. Edentata(*): 0. — 4. Cetacea: 0. — 5. Perissodactyla(*): 0. — 6. Artiodactyla(*): 0. — 7. Proboscidea: 0.
8. Rodentia(*): Hystrix cristata.
9. Insectivora: 0. — 10. Pinnipedia: 0. — 11. Carnivora: 0. — 12. Chiroptera: 0. — 13. Prosimiae: 0. — 14. Primates: 0. —

Wie wenig auch die vorgenannten Thiere darauf Anspruch erheben können, als Vertreter der gesammten Säugethierwelt angesehen zu werden, so sind sie doch hinwiederum zahlreich genug, um das von ihnen Gebotene für mehr als das Werk des blossen Zufalles erscheinen zu lassen. Auffallend vor allem ist das entschiedene Uebergewicht der Formen mit bloss rechtseitigem eparteriellen Gebiete. Die meisten Ordnungen sind diesen allein zugethan (Monotremata, Marsupialia, Insectivora, Carnivora, Chiroptera, Prosimiae, Primates), andere wählen sie wenigstens für einen Theil ihrer Angehörigen (Edentata, Perisso- und Artiodactyla, Rodentia). Unter diesen Umständen bleibt für den eparteriellen Bronchus in beiden Lungen nur ein beschränkter Wirkungskreis mit den Walen, Elephanten und Robben als Mittelpunkt. Der dritte Typus des Bronchialbaums ist auf einen einzigen Nager (Hystrix) beschränkt. Von besonderem Interesse sind diejenigen Ordnungen, deren Glieder verschiedenen Lagern angehören. Hier ist wohl auch für weitere Forschungen in erster Linie der Hebel anzusetzen, um zu erfahren, in welcher Vertheilung und mit welchen Abänderungen der Anschluss an die eine oder andere Seite erfolgt. So lange dies nicht geschehen, erscheint es verfrüht, in allfällige phylogene-

tische Erwägungen einzutreten, und muss es bei der einfachen Thatsache sein Bewenden haben, dass Pferd und Tapir unter den Perissodactylen nicht einig

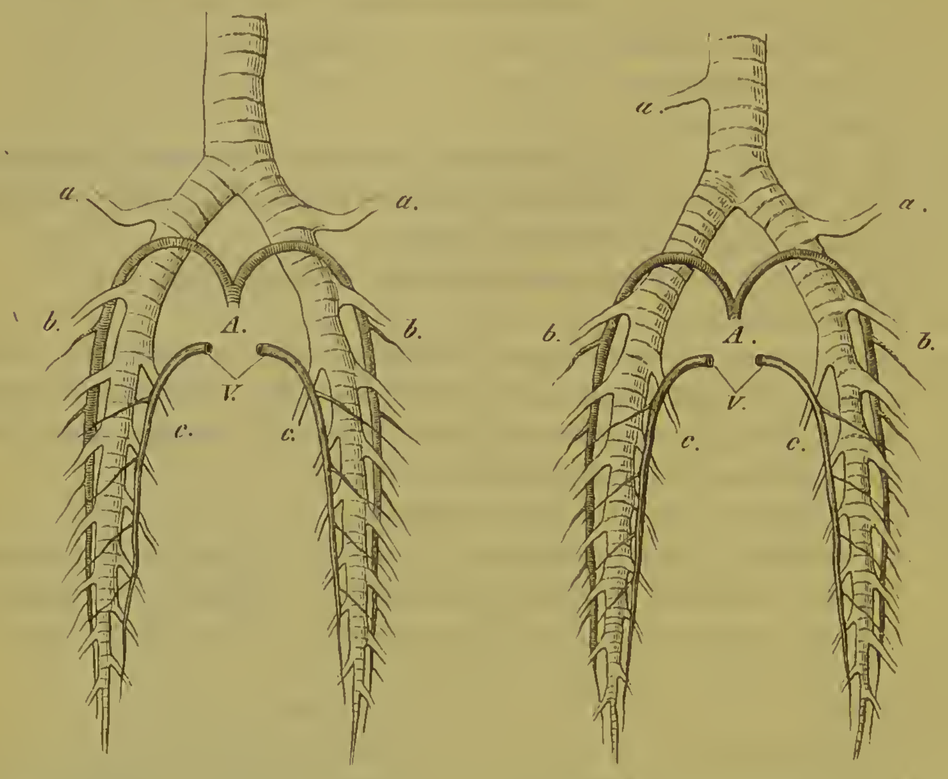


Fig. 2. Schematische Darstellung des Bronchialbaums mit beiderseitigem, rechts wie links bronchialem und links bronchialem, rechts trachealem, eparteriellen Bronchus. — Buchstaben wie in Fig. 4.

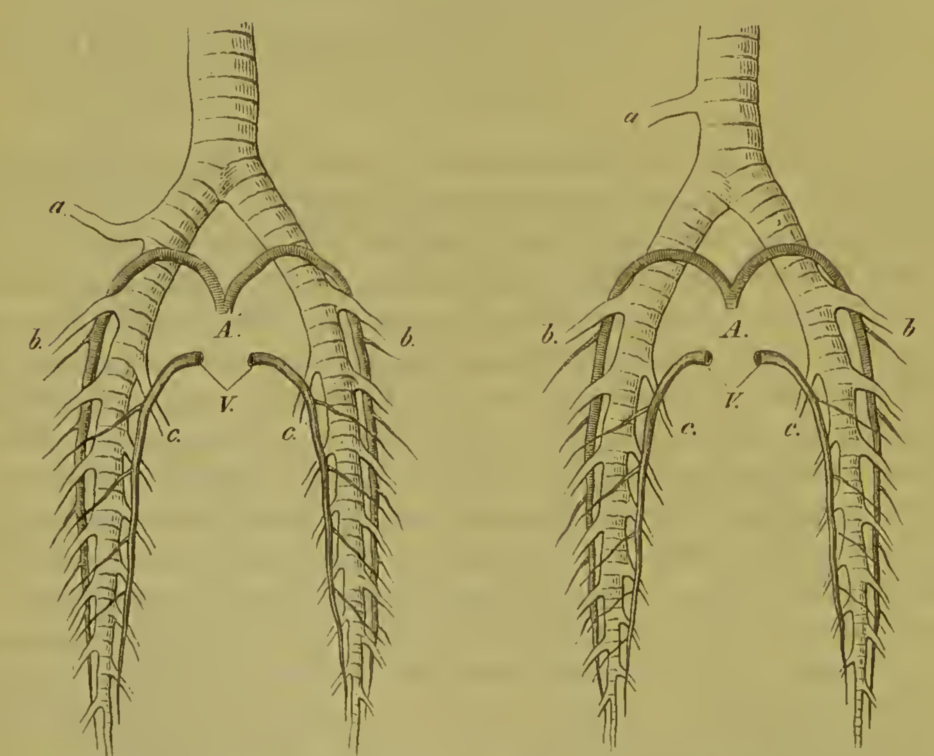


Fig. 3. Schematische Darstellung des Bronchialbaums mit nur rechtseitigem, bronchialem und trachealem, eparteriellen Bronchus. — Buchstaben wie in Fig. 4.

gehen und dass das Lama gegenüber den andern Artiodactylen, das Stachelschwein gegenüber den Nagern, das Faulthier gegenüber seinen zahnlosen Genossen eine Sonderstellung einnimmt. Leider ist es mir trotz vielfacher Bemühungen nicht gelungen, nach dieser Seite hin mein Untersuchungsmaterial zu erweitern.

Das eparterielle System gibt im Bronchialbaum noch zu weiteren als den bereits erwähnten Differenzirungen Anlass. Bei ein- wie beiderseitigem Vorkommen besitzt es die Fähigkeit, seine Stellung am Stammbronchus mit einer solchen an der Trachea selbst zu vertauschen. Merkwürdigerweise geschieht solches auch dort, wo ein linker Bronchus vorhanden ist, immer nur auf der rechten Seite. Man hat diesen verschobenen Bronchus bisher für einen überzähligen oder accessorischen gehalten[1]. Cetaceen und Artiodactylen folgen diesem Typus. Ausserdem kommt er hin und wieder bei Raubthieren (Cynailurus) und Affen (Cynocephalus sphinx) vor. Soweit also rechterseits ein eparterieller Bronchus vorhanden ist, muss zwischen dessen bronchialer und trachealer Stellung unterschieden werden. Demgemäss zerfallen die beiden ersten der von uns aufgestellten Haupttypen in je zwei Unterabtheilungen und erheben die Zahl der im Bronchialbaum vertretenen Gestaltungsformen von drei auf fünf (Fig. 2—4).

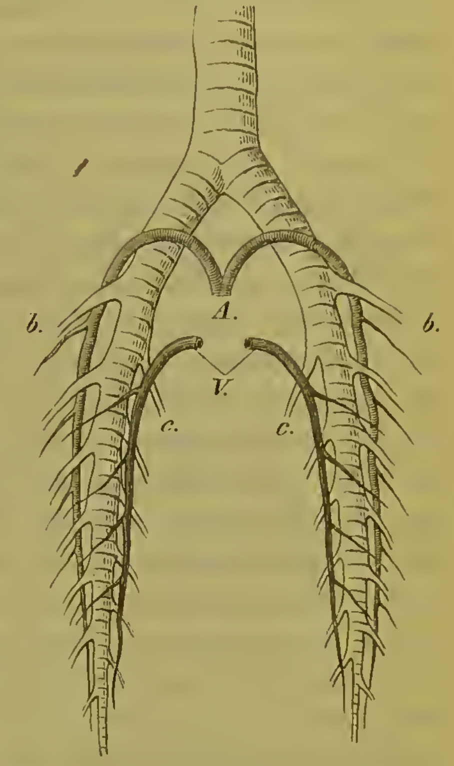


Fig. 4. Schematische Darstellung des Bronchialbaums ohne eparteriellen Bronchus. — *a*, Eparterieller Bronchus. — *b*, Reihe der hyparteriellen Ventral-, *c*, der hyparteriellen Dorsalbronchen. — *A*, Arterie. *V*, Vene.

a) Bronchialbaum mit beiderseitigem eparteriellen Bronchus (Fig. 2).
   - α) eparter. Bronchus beiderseits bronchial: Bradypus, Equus, Elephas, Phoca (Taf. I. Fig. 1 u. 2):
   - β) eparter. Bronchus links bronchial, rechts tracheal: Delphinus, Auchenia (Taf. II. Fig. 3 u. 4):

b) Bronchialbaum mit nur rechtseitigem eparteriellen Bronchus (Fig. 3).
   - α) eparter. Bronchus bronchial: Monotremata, Marsupialia, Edentata (ausser Bradypus), Rodentia (ausser Hystrix), Insectivora, Carnivora, Chiroptera, Prosimiae, Primates (Taf. III—VI. Fig. 6—11).
   - β) eparter. Bronchus tracheal: Artiodactyla (ausser Auchenia) (Taf. III, Fig. 5).

c) Bronchialbaum ohne eparteriellen Bronchus (Fig. 4): Hystrix (Taf. VI. Fig. 12).

[1] Cuvier, Leçons d'anatomie comparée. Paris, 1810. Tome VII, p. 59.

Auf dem jetzigen Standpunkte der Morphologie erscheint es wohl kaum als zweifelhaft, dass die verschiedenen Formen des Bronchialbaums zu einander in genetischer Beziehung stehen. Welche von ihnen ist die primäre? Nach allem, was die Entwicklungsgeschichte der Organe bisher zu Tage gefördert, sicher eine der symmetrischen. Zwischen den beiden, die zur Verfügung stehen, wird die Wahl dadurch wesentlich erleichtert, dass in der einzigen Lunge, welche der eparteriellen Stockwerke entbehrt, auch die hyparteriellen eine hochgradige Verkümmerung erlitten haben. Dadurch gewinnt die ganze Bildung den Charakter eine Reductionsform, deren Ausgangspunkt auf breiterer Grundlage gesucht werden muss. Eine solche ist der Bronchialbaum mit eparteriellen Bronchen in beiden Lungen. Auffällig bleibt dabei immerhin, dass gerade diejenigen Säugethiere, bei denen man am ehesten geneigt sein möchte, den Besitz einer Grundform vorauszusetzen, nämlich die Monotremen und Beutler, sie nicht besitzen. Sollte da nicht von der Ontogenie Aufschluss zu erwarten sein? Der Gedanke liegt ja ohnedies nahe genug, dass die Asymmetrie des Bronchialbaums mit der entgegengesetzten des Aortensystems in irgendwelcher Beziehung stehe, sei es, dass beide neben und mit einander aus einer anfänglich symmetrischen Anlage herauswachsen, sei es, dass die eine der andern vorausgeht und dann bestimmend auf sie zurückwirkt. Die Angelegenheit wäre wohl einer Untersuchung werth. Eine solche dürfte noch auf manches Andere Licht werfen. So liegt es beispielsweise nahe, das so verschiedene Verhalten der eparteriellen und hyparteriellen Bronchialzweige auf die Lungenarterie zurückzuführen. Gewissheit in dieser Sache ist indessen nur von der Entwicklungsgeschichte zu erwarten. Einige Anhaltspunkte sind bereits geboten. KÖLLIKER[1]) verlegt die ersten Anfänge der Bronchialverzweigung in die fünfte Woche und bezeichnet bei einem menschlichen Embryo von 35 Tagen die Arteria pulmonalis ausdrücklich als in der Bildung begriffen. Daraus folgt mit grosser Wahrscheinlichkeit, dass die Arterie bei der Entstehung der ersten Bronchialzweige noch ohne Einfluss ist und einen solchen erst den spätern gegenüber gewinnt. Dabei verdient auch hervorgehoben zu werden, wie sich die Lunge anfangs tief unter dem Herzen befindet und die Arterie gestreckten Verlaufes zu ihr herabsteigt. Ein später eparterieller Bronchus muss somit so lange hinter ihr liegen, als nicht in Folge des höhern Aufsteigens des Organs eine bogenförmige Ablenkung derselben über den ersten Ventralbronchus hinweg nach vorn hin stattgefunden.

Die bisherige Entwicklungsgeschichte der Lunge bewegt sich fast gänzlich im Rahmen einer dichotomischen Verzweigungsweise der Bronchialwege. Sie bedarf daher einer vollständigen Revision. Von dieser wird gerade darauf ein besonderes Gewicht zu legen sein, was noch vor Kurzem KÖLLIKER (a. a. O. S. 863) als ohne Interesse für die Verfolgung im Einzelnen erklärt hat, nämlich die Verästelung des anfänglich einfachen Epithelrohres. Wie sich dabei die Ergebnisse gestalten werden, bleibt für mich um so weniger zweifelhaft, als

1) KÖLLIKER, Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höhern Thiere. Leipzig, 1879. S. 864 und 865.

bereits durch KÜTTNER[1]) das Wachsthum der Lungen genau in der Weise, wie es durch den Bau des fertigen Organs gefordert werden muss, geschildert worden ist. Er betont mit aller Entschiedenheit, dass dasselbe nur monopodisch erfolge, indem das Epithelrohr an seiner Spitze ungetheilt fortwachse, während seitliche Sprossen rechtwinklig, und zwar in Form paariger Seitenröhren, aus dem Stamme hervorbrechen. Erst nachträglich wird ihre Stellung zu letzterem eine spitzwinklige.

Vor Allem tritt jetzt wieder die Angelegenheit der ersten Lungenanlage in den Vordergrund. Ob diese paarig oder unpaar, ist bekanntlich eine alte Streitfrage. KÖLLIKER hat dieselbe früher[2]) unentschieden gelassen, dagegen in seiner vor Kurzem erschienenen Entwicklungsgeschichte[3]) dahin beantwortet, dass die Lungen als zwei rundliche seichte Grübchen oder Blasensegmente am untern Ende eines Halbkanales erscheinen, der auf eine Abschnürung vom Darmrohre zurückzuführen und durch vollkommene Schliessung die Luftröhre zu bilden berufen ist. Hiernach wäre die Lungenanlage in der That eine paarige, da die Luftröhre ja auf ganz anderm Wege entstünde und nichts mit der Sprossung des Epithelrohres zu schaffen hätte. Der so eben ausgegebene Grundriss der Entwicklungsgeschichte[4]) macht es indessen wieder zweifelhaft, ob KÖLLIKER wirklich eine solche Ansicht hegt. Wenigstens lässt er die Lunge als eine hohle Ausstülpung aus dem Vorderdarme entstehen, die kurze Zeit nach ihrem Auftreten zwei seitliche Ausbuchtungen, die eigentlichen Lungen, treibt, während der Rest zur Luftröhre wird. Uebrigens fehlt es nicht an neuern Beobachtern[5]), die einer paarigen Lungenanlage entschieden das Wort reden. Ich stehe daher nicht an, zu Gunsten dieser Ansicht das Gewicht der fertigen Lungenarchitectur in die Wagschale zu werfen. Ein Organ, das in seinem ganzen, so ungemein consequenten Ausbau nichts von Dichotomie weiss, kann unmöglich einer solchen in seinem ersten grundlegenden Vorgang huldigen und damit seinen spätern Charakter verleugnen. Wenigstens werden wir uns ohne zwingende Gründe, die bei dem Widerstreit der Meinungen vorläufig noch nicht vorhanden sind, nicht zu einer derartigen Annahme entschliessen dürfen. Geht die Trachea aus einer Abschnürung des Oesophagus als unpaare Bildung hervor, so lässt sie die Entwicklung der eigentlichen Lunge völlig unberührt. Sie ist dann ein besonderes Organ, das mit der letztern in Verbindung tritt, ohne deren eigenartiges Wachsthum irgendwie zu beeinflussen. Freilich scheint es mir, als ob man damit keineswegs für alle Fälle ausreiche und wenigstens für die Lungen mit trachealen Seitenbronchen ausserdem eine theilweise Ver-

---

1) KÜTTNER, Studien über das Lungenepithel. Virchow's Archiv, Bd. 66.

2) KÖLLIKER, Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höhern Thiere. Leipzig 1861. S. 373.

3) Derselbe, Dasselbe. Zweite ganz umgearbeitete Auflage. Leipzig 1879. S. 859.

4) KÖLLIKER, Grundriss der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höhern Thiere. Leipzig 1880. S. 332.

5) STIEDA, LUDWIG, Einiges über Bau und Entwicklung der Säugethierlunge. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. 30. Supplement. — KÜTTNER, Studien über das Lungenepithel. Virchow's Archiv. Bd. 66.

schmelzung der beiden Hauptbronchen zu einfachem Trachealstamme zu fordern habe. Dabei wäre es immerhin, wenigstens bei Artiodactylen und Cetaceen, denkbar, dass eine solche in die frühesten Entwicklungsperioden falle und vielleicht sogar vorübergehend das Bild einer unpaaren Ausbuchtung darböte. Leider finde ich über das erste Auftreten der trachealen Seitenbronchen nirgends eine Angabe. Möchte es den vorstehenden Bemerkungen gelingen, recht bald einen Embryologen zur erneuten Bearbeitung dieses jedenfalls noch nicht hinreichend erforschten Abschnittes der Lungenentwicklung zu veranlassen.

Ich fasse die hauptsächlichsten Merkmale des Bronchialbaums der Säugethiere, wie sie sich aus meinen Untersuchungen ergeben, zum Schlusse in wenig Worten zusammen: Paarige Anlage; monopodischer Hauptbronchus; doppelt gefiederte Krone mit ventralem und dorsalem Astwerk; gemeinsamer Ursprung beider Astreihen im eparteriellen, getrennter Ursprung im hyparteriellen Gebiete. Typische Differenzirung erfolgt durch ein- oder beiderseitiges Ausfallen der obersten (eparteriellen) und untersten (hyparteriellen) Seitenbronchen.

B. Spezielle Formverhältnisse.

Formverhältnisse finden nur in Maass und Zahl einen objectiven Ausdruck. Ich habe mich bemüht, für den Bronchialbaum einen solchen bezüglich der Lagerung und des Kalibers seiner Bestandtheile zu gewinnen, wird doch naturgemäss sein individuelles Gepräge hauptsächlich durch diese beiden Momente bestimmt. Soweit thunlich, sollen Stamm- und Seitenbronchen gesondert zur Sprache gebracht werden.

1. Lagerungsverhältnisse des Bronchialbaums.

a. Stammbronchen.

Für die Lagerung der Stammbronchen kommt ihr Neigungswinkel zur Trachea und die Richtung ihrer Längsachse in Betracht. Jener wie diese lässt sich nur an sorgfältig erstellten Ausgüssen mit Sicherheit erkennen. Gewöhnliche Präparate geben darüber keinen Aufschluss. Es liegen mir daher nur für eine verhältnissmässig kleine Anzahl von Thieren entsprechende Erfahrungen vor. Da sie indessen von sehr verschiedenen Ordnungen herrühren, so dürften sie immerhin ausreichen, um wenigstens im Ganzen und Grossen die bestehenden Verhältnisse zum Ausdruck zu bringen.

Beginnen wir mit dem Neigungswinkel. Ich glaubte denselben für jeden Stammbronchus besonders aufsuchen zu sollen, um gleichzeitig über vorhandene Symmetrie oder Asymmetrie Aufschluss ertheilen zu können. Die Summe beider Neigungswinkel liefert den Divergenzwinkel beider Bronchen. Der Messung wurde mit Rücksicht auf häufig vorhandene locale Verbiegungen die ideelle Achsenlinie zu Grunde gelegt.

	Neigungswinkel des Stammbronchus zur Längsachse der Trachea		Differenz des linken zum rechten Neigungswinkel	Divergenzwinkel beider Stammbronchen.
	rechts	links		
1) Troglodytes niger . .	35⁰	35⁰	0⁰	70⁰
2) Cercopithecus sabaeus	30⁰	0⁰	—30⁰	30⁰
3) Cynocephalus babuin .	0⁰	34⁰	+34⁰	34⁰
4) Lepus cuniculus . .	20⁰	22⁰	+ 2⁰	42⁰
5) - timidus . . .	22⁰	11⁰	—11⁰	33⁰
6) Coelogenys Paca . .	21⁰	22⁰	+ 1⁰	43⁰
7) Mustela foina . . .	0⁰	32⁰	+32⁰	32⁰
8) - putorius . .	11⁰	19⁰	+ 8⁰	30⁰
9) Felis catus	29⁰	9⁰	—20⁰	38⁰
10) Canis familiaris . . .	9⁰	50⁰	+41⁰	59⁰
11) - - . . .	26⁰	33⁰	+ 7⁰	59⁰
12) Phoca vitulina . . .	29⁰	32⁰	+ 3⁰	61⁰
13) Capra hircus	13⁰	35⁰	+22⁰	48⁰
14) Equus Caballus . . .	0⁰	48⁰	+48⁰	48⁰

Also fast durchweg ausgesprochene Asymmetrie für den Ursprung der beiden Stammbronchen aus der Trachea! Zwei völlig gleiche Winkel lieferte nur Troglodytes, indessen sind auch bei Lepus cuniculus, Coelogenys Paca und Phoca vitulina die Unterschiede zu gering, als dass von wirklicher Asymmetrie gesprochen werden dürfte. Um so mehr berechtigen dazu die übrigen Thiere. In nicht weniger als vier Fällen (Cercopithecus sabaeus, Cynocephalus babuin, Mustela foina und Equus caballus) ging die Abweichung von der Symmetrie sogar soweit, dass der eine Bronchus in die geradlinige Fortsetzung des Trachealstammes zu liegen kam und den andern beinahe als secundären Nebenzweig erscheinen liess. Gewöhnlich ist der rechte Bronchus der steilere, doch kann auch der linke von diesem Schicksal betroffen werden (Cercopithecus sabaeus, Lepus timidus, Felis catus). Für die spezielle Anatomie der betreffenden Arten sind dies unstreitig wichtige Verhältnisse. Nichtsdestoweniger lassen sie die Grundzüge des Bronchialbaums völlig unberührt, da sie nicht in diesem selbst, sondern in dem Verhalten der benachbarten Organe, zumal des Herzens, ihre Erklärung finden. Dass auch die Individualität eine Rolle spielt, beweisen die beiden Hunde, die bei gleichem Divergenzwinkel ganz verschiedene Neigungen der beiden Stammbronchen darbieten. Auch einander sehr nahe stehende Thiere gehen ihre eigenen, denjenigen ihrer Verwandten zum Theil gerade entgegengesetzten Wege. So vertheilt Troglodytes seinen Divergenzwinkel gleichförmig auf beide Körperhälften, Cercopithecus verlegt ihn ausschliesslich nach rechts, Cynocephalus ebenso ausschliesslich nach links. Inwiefern derartige Unterschiede beständig sind oder nicht, lässt sich natürlich nach den wenigen vorstehenden Beobachtungen nicht entscheiden. An wirklich typische Verschiedenheiten ist indessen wohl kaum zu denken.

Der Divergenzwinkel beider Stammbronchen ist überall ein spitzer. Bis auf 70 Grad bringt es nur Troglodytes; Cercopithecus begnügt sich mit weniger als der Hälfte (30⁰). Zwischen diesen beiden nehmen die übrigen Thiere in verschiedenen Abständen Stellung. Hund und Robbe erreichen noch beiläufig 60, Ziege und Pferd gegen 50 Grad. Alle andern stehen erheblich tiefer.

Der Verlauf der Stammbronchen ist ein gestreckter, bisweilen nahezu gerad-

liniger. In der Regel beschreiben sie indessen im Anschlusse an die Wölbung des Herzens flache, medianwärts concave Bögen. Mit der Luftröhre verbleiben sie nur ausnahmsweise in ein und derselben Ebene. Meistens lenken sie von derselben entweder gleich am Ursprung oder erst später in flachem Winkel dorsalwärts ab. Eine etwas stärkere, doch nur vorübergehende Biegung begegnete mir bloss beim Schafe und auch hier nur auf der linken Seite. Ausgedehntere Untersuchungen werden gewiss auf diesem Boden noch zahlreiche Einzelheiten und Besonderheiten theils individueller, theils artlicher Natur zu Tage fördern. Solchen weiter nachzuspüren, lag weder in meinem Willen noch in meiner Macht. Für den eigentlichen Typus der Bronchialverzweigung sind sie bedeutungslos.

Ausgegossene Bronchialbäume lassen den Stammbronchus regelmässig mit überraschender Deutlichkeit in den Vordergrund treten (Taf. VII und VIII). Uebrigens verstehen sie auch sonst, wenn nur die Luftwege in einer gewissen Breite frei gelegt werden, ihr Recht sehr wohl zu wahren. Der Inhalt von Taf. I—VI giebt dafür beredtes Zeugniss.

b. Seitenbronchen.

Wer den Bronchialbaum nur von frischen oder von in Weingeist aufbewahrten Lungen her kennt, hat keine Vorstellung von der zierlichen Regelmässigkeit, womit die Seitenbronchen dem Stammbronchus aufsitzen (Taf. VII und VIII). Mit Ausnahme etwa der obersten verlaufen sie nebst allfällig vorhandenen Nebenbronchen sämmtlich in absteigender Richtung. Ihr Neigungswinkel zum Stammbronchus ist daher vorherrschend ein spitzer. Nur ausnahmsweise sind die Bronchen einer Reihe annähernd unter einander parallel. Meistentheils nimmt ihre Steilheit nach unten hin unter entsprechender Verkleinerung des Abgangswinkels vom Hauptbronchus zu, bisweilen so sehr, dass die obersten und untersten um 50 und mehr Grade unter sich divergiren. Eine mehr oder weniger ausgesprochene fächerförmige Entfaltung der ganzen Reihe nach der Peripherie hin ist die nothwendige Folge. Ich füge einige Zahlenbelege bei.

Neigungswinkel der Seitenbronchen zum Stammbronchus in Graden.

	Rechte Lunge					Linke Lunge				
	eparterieller Bronchus	Hyparterielle Ventralbronchen				eparterieller Bronchus	Hyparterielle Ventralbronchen			
		1	2	3	4		1	2	3	4
1) Troglodytes niger .	60	50	50	35	30	—	60	50	40	40
2) Cercopithecus sabaeus	70	50	60	50	40	—	?	?	?	?
3) Cynocephalus babuin	60	60	40	40	30	—	50	40	30	40
4) Lepus cuniculus .	50	70	60	60	50	—	50	50	50	40
5) - timidus . .	70	60	45	40	25	—	60	50	40	40
6) Coelogenys Paca .	60	40	35	60	60	—	50	50	40	50
7) Mustela foina . .	50	50	40	30	25	—	50	50	40	40
8) - putorius .	80	40	30	30	30	—	50	30	30	30
9) Felis catus . . .	50	60	50	40	40	—	40	30	40	?
10) Canis familiaris .	70	40	30	25	20	—	60	50	30	20
11) Phoca vitulina . .	70	60	60	40	25	70	60	50	40	?
12) Capra hircus . .	30	90	40	15	10	—	50	40	30	30
13) Equus caballus . .	90	50	30	40	35	70	50	40	40	40

Eigenartig ist die Verlaufsweise des ersten Ventralbronchus, gleichgültig ob derselbe der eparteriellen oder hyparteriellen Zone angehört. Unweit des Ursprunges schlägt er als Stamm selbst oder doch mit starken Seitenzweigen in eine aufsteigende Richtung um und wird so zur Grundlage für das obere Lungenende, welches neben den Trachealstamm zu liegen kommt. Das Maass des Aufsteigens und demnach auch die Ausdehnung dieser frei emporragenden Kuppe ist bei verschiedenen Thieren sehr verschieden. Die äussere Aehnlichkeit, welche in diesem Verhalten zwischen Angehörigen der eparteriellen und hyparteriellen Strecke waltet, kann leicht zu Irrthümern Veranlassung geben und der Annahme einer Gleichwerthigkeit, die in Wirklichkeit nicht vorhanden ist, Vorschub leisten.

Schon früher wurde darauf hingewiesen, dass dorsale und ventrale Seitenbronchen in verschiedenen Ebenen liegen. Jene gehen gewöhnlich ziemlich gerade nach hinten, diese verhalten sich weniger gleichförmig. Sie haben nur das gemeinsam, dass sie zunächst alle von der Wurzel ab nach aussen streben. Dann aber umgreifen die obersten in median concavem Bogen das Mediastinum steil nach vorn, während die folgenden flacher nach aussen über die Wölbung des Zwerchfelles hinweggehen. Beide Bronchialbäume ergänzen sich zu einem schräg nach vorn aufsteigenden, im untern Theile flacheren, im obern von den Seiten her stärker eingerollten Gewölbe von gewöhnlich ziemlich symmetrischer, bisweilen aber auch sehr asymmetrischer Gestalt. Letztere beruht darauf, dass die Ventraläste des rechten Bronchialbaums in eine mehr sagittale Stellung vorrücken, diejenigen des linken in eine mehr transversale zurückgedrängt werden, wie ich solches beim Hasen gesehen habe. Die mittlern Partien des Gewölbes fallen den Nebenbronchen anheim und namentlich spielt der Herzbronchus bei der Schliessung desselben eine hervorragende Rolle.

An Länge sind immer die Ventralbronchen allen andern überlegen, obgleich wiederum bei verschiedenen Lungen in verschiedenem Grade. Den Vorrang behauptet ausnahmslos der erste oder auch der zweite der hyparteriellen Ventralbronchen, dem die Aufgabe zufällt, die vorderste Ecke des Lungenkörpers zu bilden. Von ihnen aus erfolgt die Verkürzung der übrigen Bronchen in auf-, wie absteigender Richtung. Oft ist sie eine sehr rasche, so zu sagen sprungweise, andere Male wiederum wächst sie ganz allmälig und stätig. Ein allgemeines Gesetz lässt sich dafür aus den vorliegenden Beobachtungen nicht ableiten.

Von besonderer Wichtigkeit ist die räumliche Vertheilung der Seitenbronchen auf den Stammbronchus. Dass hier beträchtliche Verschiedenheiten vorkommen, muss auch dem oberflächlichsten Beobachter sofort klar werden. Es ist indessen wünschenswerth, sie zu einem objectiven Maassausdrucke zu gestalten und so dem Bereiche des individuellen Gefühles zu entrücken. Ich habe solches durch directe Messung der Abstände zu erreichen gesucht. Sie geschah in der Längsrichtung des Stammbronchus und ging also jeweilen von einer Querebene desselben zur andern. Sie hielt sich ausschliesslich an den untern Rand der Seitenbronchen, da dieser unter spitzem Winkel den Stamm verlässt und demnach dem messenden Instrumente weitaus bessere Anhalts-

punkte gewährt als der obere Rand, der nicht allein stumpfwinklig, sondern häufig geradezu bogenförmig von dem Stamme abgeht. Jedes Längensegment des Stammbronchus beginnt somit frei unterhalb eines Seitenbronchus und schliesst mit einem solchen ab. Bei der so ausserordentlich verschiedenen Grösse der untersuchten Lungen haben die absoluten Maasse für uns keinen Werth, da sie doch nicht unter einander vergleichbar sind. Ich beschränke daher die bezüglichen Angaben auf die Gesammtlänge der Stammbronchen in Millimetern und berechne alle innern Gliederungsverhältnisse in Prozenten derselben. Wem an der Uebersetzung dieser relativen Werthe in das absolute Maass gelegen ist, mag eine solche selbst bewerkstelligen. Es ist nicht zu leugnen, dass sich das freie Ende des Stammbronchus nicht überall mit voller Genauigkeit feststellen lässt, indessen ist die zweifelhafte Strecke nie so gross, dass durch sie die Gesammtlänge anders als in ganz untergeordneter und für die procentischen Werthe unschädlicher Weise beeinflusst würde. Auch die Dehnbarkeit der Bronchen richtet bei einiger Vorsicht weniger Schaden an, als man vielleicht anzunehmen geneigt sein möchte. Ich habe es mir durchweg zur Regel gemacht, jede gewaltsame Zerrung zu vermeiden, dagegen durch leichten Zug an beiden Enden eine möglichst geradlinige Achsenrichtung herbeizuführen. Etwelche Ungleichartigkeit wird sich dabei schlechterdings nicht vermeiden lassen, ein gewisser, durch Uebung erworbener Takt indessen auch hier, wie noch in so vielen andern Dingen, seinen ausgleichenden Einfluss nicht verleugnen. Bei alledem verhehle ich mir nicht, dass Messungen an so weichen, zudem oft noch unter nichts weniger als für die Erhaltung günstigen Bedingungen herumgeschleppten Organen keinen Anspruch auf volle Zuverlässigkeit erheben können. Fehler laufen unvermeidlicher Weise genug mit unter. Wir werden uns daher darauf beschränken müssen, kleinere Unterschiede überhaupt gänzlich ausser Acht zu lassen und auch grösseren erst dann einen entscheidenden Werth beizulegen, wenn sie innerhalb natürlicher Gruppen mit einer gewissen Beständigkeit wiederkehren.

Da die Entwicklung dorsaler und ventraler Seitenbronchen im allgemeinen parallel geht, so habe ich die Messungen nur an den letztern durchgeführt. Eparterielles und hyparterielles Gebiet verlangen getrennte Behandlung.

a) Längenabstände der hyparteriellen Seitenbronchen.

Das hyparterielle System ist das grundlegende des ganzen Bronchialbaums und soll daher zuerst behandelt werden. Sein Schwerpunkt liegt im Bereiche der vier obern Seitenbronchen; der Rest bildet mehr einen Anhang von sehr wechselnder Ausdehnung. Wir halten somit passend beide gleich von vorn herein auseinander und zerlegen den Stammbronchus nicht allein in einen eparteriellen und hyparteriellen, sondern letzteren ausserdem noch in einen obern und untern Abschnitt. Ich erinnere daran, dass der erste hyparterielle Bronchus nach der von uns angenommenen Messungsweise im eparteriellen Abschnitte enthalten ist und der hyparterielle erst unterhalb desselben beginnt. Es ist dies ein kleiner Uebelstand, der durch anderweitige Vortheile mehr als aufge-

wogen wird und sich eben nicht anders denn auf Kosten der Genauigkeit der Messung beseitigen liesse.

Maassverhältnisse des Stammbronchus in Procenten seiner Stammlänge.

	Absolute Länge des Stammbronchus in mm		Rechte Lunge			Linke Lunge		
			eparterieller Abschnitt	hyparterieller Abschnitt		eparterieller Abschnitt	hyparterieller Abschnitt	
	rechts	links	Trachea bis 1. Ventralbronchus	1.—4. Ventralbronchus	4. Ventralbronchus bis Ende	Trachea bis 1. Ventralbronchus	1.—4. Ventralbronchus	4. Ventralbronchus bis Ende
1. Monotremata.								
Ornithorhynchus paradoxus	106	101	33.0	37.8	29.2	45.5	31.7	22.8
Echidna hystrix . .	64	60	25.0	54.7	20.3	28.3	45.0	26.7
2. Marsupialia.								
Phascolomys Wombat	127	126	18.9	34.6	46.5	21.4	40.5	38.1
Macropus gigas . .	78	80	19.2	41.1	39.7	25.0	40.0	35.0
- penicillatus	90	98	21.1	40.0	38.9	20.4	41.8	37.8
Hypsiprimnus murinus	37	43	21.6	43.2	35.2	23.3	37.2	39.5
Perameles fusciventer	29	27	25.8	—	—	25.9	—	—
3. Edentata.								
Bradypus tridactylus	79	81	34.2	15.2	50.6	34.6	30.8	34.6
Dasypus niger . .	70	69	15.6	—	—	20.3	—	—
4. Cetacea.								
Delphinus delphis .	232	232	32.3	33.5	34.2	34.9	34.9	30.2
- phocaena	183	191	21.8	26.3	51.9	26.2	26.6	47.2
5. Perissodactyla.								
Equus caballus . .	481	401	11.8	57.9	30.3	17.2	50.6	32.2
Tapirus americanus .	31.5	33	9.4	49.3	41.3	12.1	45.5	42.4
6. Artiodactyla.								
Auchenia lama . .	100	100	19.0	33.0	48.0	24.0	28.0	48.0
Dicotyles torquatus .	63	70	12.7	42.8	44.5	17.1	41.5	41.4
Sus scrofa	252	238	7.5	46.1	46.4	12.6	35.3	52.1
Cervus elaphus . .	275	280	6.6	39.0	54.5	12.8	34.0	53.2
- dama ♂ . .	178	187	5.6	51.1	43.3	14.0	33.1	52.9
- - juv. .	70	81	11.4	41.5	47.1	14.8	35.8	49.4
Antilope gutturosa .	166	169	11.4	38.6	50.0	11.8	45.0	43.2
Ovis aries	144	151	9.0	40.3	50.7	18.5	33.1	48.4
Capra hircus juv. .	116	131	7.7	42.3	50.0	13.7	43.4	42.9
Bos taurus juv. . .	213	207	7.5	42.3	50.2	14.0	39.1	46.9
7. Proboscidea.								
Elephas africanus juv.	280	262	25.0	32.8	42.2	27.4	22.6	50.0
8. Rodentia.								
Hystrix cristata . .	94	93	18.1	52.1	29.8	18.3	45.1	36.6
Arctomys marmotta	58	58	25.9	44.8	29.3	25.8	39.7	34.5
Coelogenys Paca . .	90	90	18.9	33.3	47.8	24.4	34.4	41.2
Lepus cuniculus . .	40.5	42.0	14.8	43.2	42.0	19.0	35.7	45.3
- timidus . . .	54.0	54.0	14.8	46.3	38.9	16.6	44.4	38.9
9. Insectivora.								
Erinaceus europaeus	42.5	43.5	20.0	56.5	23.5	28.9	45.8	25.3
Talpa europaea . .	18.0	18.0	30.6	39.0	30.4	33.3	36.1	30.6

	Absolute Länge des Stammbronchus in mm		Rechte Lunge			Linke Lunge		
			eparterieller Abschnitt	hyparterieller Abschnitt		eparterieller Abschnitt	hyparterieller Abschnitt	
	rechts	links	Trachea bis 1. Ventralbronchus	1.—4. Ventralbronchus	4. Ventralbronchus bis Ende	Trachea bis 1. Ventralbronchus	1.—4. Ventralbronchus	4. Ventralbronchus bis Ende
10. Pinnipedia.								
Phoca vitulina . . .	194	193	22.2	37.1	40.7	19.7	38.3	42.0
- groenlandica .	141	141	27.7	36.8	35.5	22.7	34.8	42.5
11. Carnivora.								
Lutra vulgaris . .	129	130	19.3	46.5	34.2	9.2	47.7	43.1
Mustela foina . . .	58	58	20.7	51.7	27.6	12.1	51.7	36.2
- putorius . .	51	51	19.6	41.1	39.2	11.8	52.9	35.3
Viverra genetta . .	61	60	16.4	47.5	36.1	15.3	41.4	43.3
Herpestes galera . .	64	63	15.6	40.6	43.8	17.4	43.9	38.7
Canis familiaris . .	118	113	15.3	39.0	45.7	14.1	36.3	49.6
- lupus	155	147	18.1	35.4	46.5	21.1	35.4	43.5
Felis leo	256	253	19.1	37.1	43.8	20.9	34.0	45.1
- domestica . .	82	81	18.3	40.2	41.5	14.8	40.7	44.5
- lynx	145	140	17.9	35.1	47.0	12.1	38.5	49.3
Cynailurus guttata .	170	156	13.5	41.2	45.3	13.4	46.9	39.7
12. Chiroptera.	—	—	—	—	—	—	—	—
13. Prosimiae.								
Lemur catta . . .	56	57	25.0	41.4	33.6	24.5	43.9	31.6
- mongoz . .	58	57	25.8	41.6	32.6	33.3	29.9	36.8
14. Primates.								
Cebus capucinus . .	47.5	50	21.0	44.4	34.6	16.0	36.0	48.0
Cynocephalus sphinx	99	90	15.2	40.3	44.5	21.1	37.8	41.1
—	96	99	17.4	40.9	41.7	20.2	42.4	37.4
Inuus cynomolgus .	88	88	21.6	45.4	33.0	19.2	44.4	36.4
- nemestrinus .	126	127	19.0	46.8	34.2	18.8	39.5	41.7
Cercopithecus sabaeus .	85	85	21.1	37.7	41.2	18.8	35.3	45.9
- cephus	49	49	20.4	51.0	28.6	18.4	40.8	40.8
- mona .	92	95	18.5	39.1	42.4	23.2	33.6	43.2
Pithecus satyrus . .	119	128	22.7	37.8	39.5	28.1	25.1	46.8
- troglodytes	68	74	28.0	35.2	36.8	31.1	33.8	35.1

Die Zahlenunterschiede sind auffällig genug. Nichtsdestoweniger erweisen sich die meisten Ordnungen bei genauerer Betrachtung als in sich hinreichend gleichartig, um die Berechnung einheitlicher Mittelwerthe zu gestatten. Bei andern (Edentata, Artiodactyla, Rodentia, Carnivora, Primates) erscheint eine Auflösung in Unterabtheilungen geboten, da sich ihre Angehörigen augenscheinlich auf mehrere Formenkreise vertheilen. Wir werden uns in unsern Schlussfolgerungen wesentlich nur von den Mittelzahlen leiten lassen. Ist das specielle Verhalten der einzelnen Art schon an und für sich von mehr untergeordnetem Interesse, so kommt in unserm Falle noch hinzu, dass wir es fast überall mit einzelnen Individuen zu thun haben, die, wie alle solche, keine Gewähr für getreue Wiedergabe ihres artlichen Typus zu bieten vermögen.

Mittlere Maassverhältnisse des Stammbronchus in Procenten seiner Stammlänge.

	Rechte Lunge			Linke Lunge		
	Eparterieller Abschnitt	Hyparterieller Abschnitt		Eparterieller Abschnitt	Hyparterieller Abschnitt	
	Trachea bis 1. Ventralchus	1.—4. Ventralbronchus	4. Ventralbronchus bis Ende	Trachea bis 1. Ventralbronchus	1.—4. Ventralbronchus	4. Ventralbronchus bis Ende
1. Monotremata	29.0 (25—33)	46.2 (38—55)	24.7 (20—29)	36.9 (28—45)	38.3 (32—45)	24.7 (23—27)
2. Marsupialia (ohne Perameles)	20.2 (19—22)	39.7 (35—43)	40.1 (35—46)	22.6 (20—25)	39.9 (37—42)	37.6 (35—39)
3. Edentata.						
a) Bradypus	34.2	15.2	50.6	34.6	30.8	34.6
b) Dasypus	15.6	—	—	—	—	—
4. Cetacea	27.0 (22—32)	29.9 (26—33)	43.0 (34—52)	30.6 (26—35)	30.7 (27—35)	38.7 (30—47)
5. Perissodactyla	10.6 (9—12)	53.6 (49—58)	35.8 (30—41)	14.6 (12—17)	48.0 (45—51)	37.3 (32—44)
6. Artiodactyla.						
a) Auchenia	19.0	33.0	48.0	24.0	28.0	48.0
b) Dicotyles, Sus	10.1 (7—13)	44.4 (43—46)	45.4 (45—46)	14.8 (13—17)	38.4 (35—41)	46.7 (41—52)
c) Cervus, Antilope, Ovis, Capra, Bos	8.5 (6—11)	42.2 (39—51)	49.3 (43—54)	14.2 (12—18)	37.7 (33—45)	48.3 (43—53)
7. Proboscidea	25.0	32.8	42 2	27.4	22.6	50.0
8. Rodentia.						
a) Hystrix, Arctomys	22.0 (18—26)	48.4 (45—52)	29.5 (29—30)	22.0 (18—26)	42.4 (40—45)	35.5 (34—37)
b) Coelogenys, Lepus	16.2 (15—19)	40.9 (33—46)	42.9 (39—48)	20.0 (17—24)	38.2 (34—44)	41.8 (39—45)
9. Insectivora	25.3 (20—31)	47.7 (39—56)	26.9 (23—30)	31.1 (29—33)	41.0 (36—46)	28.0 (25—31)
10. Pinnipedia	25.0 (22—28)	37.0 (37—37)	38.0 (35—41)	21.2 (20—23)	36.5 (35—38)	42.3 (42—43)
11. Carnivora.						
a) Lutra, Mustela	19.9 (19—21)	46.4 (41—52)	33.7 (28—39)	11.0 (9—12)	50.8 (48—53)	38.2 (35—43)
b) Viverra, Herpestes, Canis, Felis, Cynailurus	16.8 (13—19)	39.5 (35—47)	43.7 (36—47)	16.1 (12—21)	39.6 (34—47)	44.3 (39—50)
12. Chiroptera	—	—	—	—	—	—
13. Prosimiae	25.4 (25—26)	41.5 (41—42)	33.1 (33—34)	28.9 (24—33)	36.9 (30—44)	34.2 (32—37)
14. Primates.						
a) Cebus, Cynocephalus, Inuus, Cercopithecus	19.3 (15—22)	43.2 (38—51)	37.5 (29—44)	19.5 (16—23)	38.7 (34—44)	41.8 (36—48)
b) Pithecus	25.3 (23—28)	36,5 (35—38)	38.1 (37—39)	29.5 (28—31)	29.4 (25—34)	41.0 (35—47)

Das hyparterielle Gebiet umfasst stets den grössern Bruchtheil des Stammbronchus. Am günstigsten stellt es sich bei den Perisso- und den meisten Artiodactylen, wo ihm 85—90 Längenprocente zufallen, am ungünstigsten bei Bradypus und den Monotremen, wo es sich mit etwa 65 Proc. und weniger (Ornithorhynchus) begnügen muss. Für die übrigen Ordnungen liegt die mittlere Grenze etwa bei 80 Proc., immerhin so, dass nur wenige (Carnivora) sie nach oben hin überschreiten und weitaus die meisten (Cetacea, Proboscidea, Insectivora, Prosimiae und unter den Primates die Anthropomorphen) entschieden

hinter ihr zurückblieben. Bemerkenswerth ist die Ausnahmsstellung, welche Auchenia in der sonst so homogenen Gruppe ihrer Verwandten einnimmt.

Bei manchen Ordnungen ist der Abstand des ersten Ventralbronchus von der Theilungsstelle der Trachea in beiden Lungen ungefähr derselbe. So bei Bradypus und einem Theile der Nager, der Raubthiere und der Affen. In der Regel übertrifft indessen der eine den andern um ein weniges. Das Uebergewicht fällt gewöhnlich auf die linke, nur bei den Robben und einigen Raubthieren (Lutra, Mustela) auf die rechte Seite. Dort ist somit die beiderseitige Symmetrie zu Gunsten des rechten, hier des linken hyparteriellen Bronchialgebietes aufgehoben.

Durch die geschilderten Verhältnisse wird der allgemeine Eindruck, den der Bronchialbaum auf den Beschauer macht, in sehr entschiedener Weise beeinflusst und seine Krone bald dicht an den Stamm der Luftröhre herangeschoben, bald wieder weit davon abgerückt. Nichtsdestoweniger kann ich ihnen keine höhere morphologische Bedeutung zuerkennen, handelt es sich doch dabei um die verchiedene Raumentfaltung einer für die Lunge grösstentheils unproductiven Strecke, innerhalb deren sich der Stammbronchus, wenigstens zum Theil, in ähnlicher Weise wie die Luftröhre selbst den durch die benachbarten Körperorgane geschaffenen Raumverhältnissen anzupassen hat. Dafür spricht auch das ganze Verhalten der in ihr wurzelnden eparteriellen Seitenbronchen.

Anders verhält es sich mit den beiden Unterabtheilungen, in welche wir das hyparterielle Gebiet zerlegt haben. Ihre relative Ausdehnung kann uns zu einem Massstabe werden für die innere Gliederung des Bronchialbaums und für das Verhältniss zwischen der Ausdehnung seines grundlegenden Massives und des schlanker aufgesetzten Gipfels. Je mehr jenes in den Vordergrund tritt, um so gedrungener und am Ende abgestutzter wird der Bronchialbaum. Je weniger solches geschieht, zu um so schlankerer und spitzerer Form zieht er sich aus. Auf dieser Grundlage lassen sich aus dem Inhalt unserer Tabelle drei, freilich nichts weniger als streng geschiedene, Gruppen bilden, je nachdem die beiden Abschnitte sich annähernd das Gleichgewicht halten oder aber der eine das Uebergewicht über den andern erreicht.

	Rechte Lunge			Linke Lunge		
	Eparterieller Abschnitt	Hyparterieller Abschnitt		Eparterieller Abschnitt	Hyparterieller Abschnitt	
	Trachea bis 1. Ventralbronchus	1.—4. Ventralbronchus	4. Ventralbronchus bis Ende	Trachea bis 1. Ventralbronchus	1.—4. Ventralbronchus	4. Ventralbronchus bis Ende
I. Unterer Abschnitt dem obern überlegen.						
Edentata: Bradypus	34.2	15.2	50.6	34.6	30.8	34.6
Cetacea	27.0	29.9	43.0	30.6	30.7	38.7
Proboscidea	25.0	32.8	42.2	27.4	22 6	50.0
Artiodactyla: Auchenia	19.0	33.0	48.0	24.0	28.0	48.0

	Rechte Lunge			Linke Lunge		
	Eparterieller Abschnitt	Hyparterieller Abschnitt		Eparterieller Abschnitt	Hyparterieller Abschnitt	
	Trachea bis 1. Ventralbronchus	1.—4. Ventralbronchus	4. Ventralbronchus bis Ende	Trachea bis 1. Ventralbronchus	1.—4. Ventralbronchus	4. Ventralbronchus bis Ende
II. Unterer Abschnitt dem obern gleichwerthig.						
Marsupialia	20.2	39.7	40.1	22.6	39.9	37.6
Artiodactyla: Dicotyles, Sus.	10.1	44.4	45.4	14.8	38.4	46.7
Artiodactyla: Cervus etc.	8.5	42.2	49.3	14.2	37.7	48.3
Rodentia: Coelogenys, Lepus	16.2	40.9	42.9	20.0	38.2	41.8
Pinnipedia	25.0	37.0	38.0	21.2	36.5	42.3
Carnivora: Viverra etc. .	16.8	39.5	43.7	16.1	39.6	44.3
Prosimiae	25.4	41.5	33.1	28.9	36.9	34.2
Primates: Cebus etc. . .	19.3	43.2	37.5	19.5	38.7	41.8
- Pithecus . . .	25.3	36.5	38.1	29.5	29.4	41.0
III. Oberer Abschnitt dem untern überlegen.						
Monotremata	29.0	46.2	24.7	36.9	38.3	24.7
Perissodactyla	10.6	53.6	35.8	14.6	48.0	37.3
Rodentia: Hystrix, Arctomys	22.0	48.4	29.5	22.0	42.4	35.5
Insectivora	25.3	47.7	26.9	31.1	41.0	28.0
Carnivora: Lutra, Mustela	19.9	46.4	33.7	11.0	50.8	38.2

Völlig gleichartig ist der Inhalt dieser drei Gruppen nicht und es lässt sich wohl denken, dass eine breitere thatsächliche Grundlage vielleicht überhaupt eine etwas andere Eintheilung verlangen wird. Ich mache in dieser Hinsicht namentlich auf das ungleiche Verhalten aufmerksam, das sich da und dort zwischen der rechten und linken Lunge (z. B. bei Bradypus und Elephas) oder zwischen Angehörigen ein und derselben zoologischen Ordnung (z. B. bei Carnivoren) kund giebt. Einen typischen Werth kann dasselbe so lange nicht beanspruchen als nicht die Beständigkeit seines Vorkommens nachgewiesen ist. Vor der Hand wäre es verfrüht, darauf ein besonderes Gewicht zu legen. Welcher Art indessen allfällige Abänderungen auch sein und welcherlei Verschiebungen sich möglicherweise als nothwendig herausstellen werden, das allgemeine Umbildungsgesetz des Bronchialbaums, wie es aus unseren Zahlen hervorgeht, bleibt davon unberührt. Wir tragen daher, um letzteres zu möglichst markigem Ausdruck zu bringen, auch kein Bedenken, den Inhalt unsrer drei Gruppen zu einheitlichen Mittelwerthen zu verschmelzen.

	Rechte Lunge			Linke Lunge		
	Eparterieller Abschnitt	Hyparterieller Abschnitt		Eparterieller Abschnitt	Hyparterieller Abschnitt	
		Oberer	Unterer		Oberer	Unterer
I. Gruppe	26.3 (19.0—34.2)	27.7 (15.2—33.0)	45.9 (42.2—50.6)	29.1 (24.0—34.6)	28.0 (22.6—30.8)	42.8 (34.6—50.0)
II. Gruppe	18.5 (8.8—25.4)	40.5 (36.5—44.4)	40.9 (31.1—48.5)	20.9 (14.5—28.9)	37.0 (29.4—39.9)	42.0 (34.2—47.3)
III. Gruppe	21.4 (10.6—29.0)	48.5 (46.2—53.6)	30.1 (24.7—35.8)	23.1 (10.6—36.9)	44.1 (38.3—50.8)	32.8 (24.7—39.6)

In ihrer absoluten Höhe sind die Zahlen des hyparteriellen Abschnitts noch durch die verschiedene Ausdehnung des eparteriellen beeinflusst und deshalb nicht streng unter sich vergleichbar. Sie werden es, wenn wir sie in Procente der eigenen Strecke allein umwandeln.

	Rechte Lunge		Linke Lunge	
	Hyparterieller Abschnitt		Hyparterieller Abschnitt	
	Oberer	Unterer	Oberer	Unterer
I. Gruppe	37.6	62.3	39.5	60.5
II. Gruppe	50.0	50.0	47.6	52.4
III. Gruppe	61.7	38.3	56.0	44.0

Die vorstehenden Zahlen bedürfen eigentlich kaum eines Commentars. Sie bezeugen in klarster Weise die Rückbildung des Bronchialbaums vom freien Ende her, so dass eine völlige Umkehr der anfangs bestehenden Verhältnisse eintritt. Nur bei 3 Ordnungen (Edentata, Cetacea und Proboscidea) fallen zwei volle Drittheile des Bronchialbaums über dessen Massiv hinaus in das Gipfelgebiet. Bei vieren (Marsupialia, Pinnipedia, Prosimiae und Primates) erfolgt annähernd Halbirung nach beiden Seiten hin. Bei dreien (Monotremata, Perissodactyla, Insectivora) verbleibt dem Endabschnitte nur noch ein Drittheil der Stammlänge. Drei Ordnungen (Artiodactyla, Rodentia, Carnivora) halten sich überhaupt nicht an einen einheitlichen Typus, sondern vertheilen ihre Angehörigen auf verschiedene Gruppen. Im allgemeinen ist die rechte Lunge typisch schärfer ausgeprägt als die linke, ohne jedoch bei einzelnen Arten mannigfache Schwankungen auszuschliessen.

Die in allen Theilen mehr gleichförmig ausgebildete, gestreckte Lungenform ist wohl unstreitig als die primäre, die in ihren Endabschnitten mehr oder weniger geschädigte als die secundäre anzusehen. Ebenso dürfte es kaum einem Zweifel unterliegen, dass der Anstoss zur Rückbildung nicht vom Organ selbst, sondern von dessen Umgebung aus stattgefunden hat. Nichts liegt näher, als an mechanische Wirkungen von Seiten mächtig vordringender Inhaltsmassen des Bauchraums sowie eigenartiger Entwicklungsverhältnisse des Brustkorbes und des Zwerchfelles zu denken, doch ist der Beweis dafür erst noch zu liefern.

Die Zugehörigkeit der verschiedenen Ordnungen zu den drei Haupt-

gruppen giebt in dieser Hinsicht keinen Aufschluss. Fleisch- und Pflanzenfresser, gedrungene und gestreckte Thierformen reichen sich brüderlich die Hand, was dafür zu sprechen scheint, dass die Ursache der Rückbildung nicht überall ein und dieselbe, überhaupt keine einfache, sondern aus verschiedenen Factoren zusammengesetzt ist. Wie noch in so manchen andern Punkten der Lungenarchitektur bleibt es auch hier der Zukunft vorbehalten, Licht zu schaffen. Vor allem wird das Bestreben dahin gehen müssen, die Zahl der Beobachtungen möglichst zu vermehren, um auf breiterer Grundlage als der unsrigen das Gebahren der einzelnen Ordnungen und innerhalb derselben allfällige Wandlungen festzustellen. Möglicherweise kommen wir auf diesem Wege, wenn auch nicht ganz zum Ziele, doch immerhin einen guten Schritt weiter. Was mich in dieser Meinung bestärkt, ist namentlich der Umstand, dass in der Abtheilung der Nager und der Fleischfresser die meisten derjenigen Glieder, die sich durch eine verschiedenartige Ausbildung des Endabschnittes ihres Bronchialbaums auszeichnen, auch in andrer, zum Theil bereits erörterter Weise von einander abweichen. Auf andere Eigenthümlichkeiten werden wir später stossen. Vielleicht ist es nicht bloss Zufall, sondern eben auch eine Folge der bestehenden mechanischen Verhältnisse, dass der Endabschnitt der rechten Lunge in der Mehrzahl der Fälle zwar nicht viel, doch immerhin merklich stärker verkürzt ist, als der der linken. In auffallender Weise huldigt das Faulthier dem Gegentheil. Gemässigter verhalten sich die Wale.

Wir haben die beiden Hauptstrecken des hyparteriellen Gebietes bisher als geschlossene Einheiten behandelt. Lösen wir nun wenigstens die wichtigsten derselben in ihre einzelne Segmente auf. Da wir einmal daran sind, dem Gesetze der Bronchialverzweigung nach allen Richtungen hin nachzuspüren, so darf die Entfernung, worin sich die Seitenbronchen folgen, nicht ausser Acht gelassen werden. Die grosse Regelmässigkeit im Aufbau der Bronchialbäume macht es von vornherein wahrscheinlich, dass auch sie durch bestimmte Normen geregelt sei. Ich stelle, dies nachzuweisen, die in Procenten der Stammlängen berechneten Abstände vorerst tabellarisch zusammen.

Gegenseitiger Abstand der vier ersten Ventralbronchen in Procenten des Stammbronchus.

	Rechte Lunge			Linke Lunge		
	Bronchus 1—2	Bronchus 2—3	Bronchus 3—4	Bronchus 1—2	Bronchus 2—3	Bronchus 3—4
1. Monotremata.						
Ornithorhynchus paradoxus	16.1	12.2	9.5	10.0	10.9	10.9
Echidna hystrix . .	23.4	15.7	15.6	15.0	15.0	15.0
2. Marsupialia.						
Phascolomys Wombat	14.2	10.2	10.2	13.5	13.5	13.5
Macropus gigas . .	15.4	15.4	10.3	10.0	15.0	15.0
- penicillatus	18.9	12.2	8.9	14.3	12.2	15.3
Hypsiprimnus murinus	13.7	12.8	16.7	13.9	14.0	9.3
Perameles fusciventer	—	—	—	—	—	—

	Rechte Lunge			Linke Lunge		
	Bronchus 1—2	Bronchus 2—3	Bronchus 3—4	Bronchus 1—2	Bronchus 2—3	Bronchus 3—4
3. Edentata.						
Bradypus tridactylus	5.0	5.1	5.1	12.3	9.9	8.6
Dasypus niger . .	18.7	—	—	—	—	—
4. Cetacea.						
Delphinus delphis .	12.1	9.9	11.5	10.4	11.1	13.4
- phocaena .	9.8	7.7	8.8	8.9	9.4	8.3
5. Perissodactyla.						
Equus caballus . .	14.3	24.0	19.6	10.8	23.5	16.3
Tapirus americanus .	12.8	15.9	20.5	12.2	15.1	18.2
6. Artiodactyla.						
Auchenia lama . .	14.0	12.0	7.0	8.7	8.7	10.6
Dicotyles torquatus .	11.1	14.9	16.8	17.2	12.8	11.5
Sus scrofa	14.3	15.1	16.7	12.6	11.0	11.7
Cervus elaphus . .	8.8	12.7	17.5	7.2	11.4	15.4
- dama ♂ . .	25.3	12.3	13.5	9.0	11.2	12.9
- - juv. .	14.3	11.4	15.8	9.9	13.6	12.3
Antilope gutturosa .	7.3	13.8	17.5	12.4	20.8	11.8
Ovis aries	10.2	14.1	16.0	6.7	12.5	13.9
Capra hircus juv. .	13.0	19.8	9.5	10.0	19.8	13.6
Bos taurus juv. . .	7.5	9.4	25.4	8.7	13.1	17.3
7. Proboscidea.						
Elephas africanus .	7.1	12.2	13.5	7.3	7.7	7.6
8. Rodentia.						
Hystrix cristata . .	21.3	14.9	15.9	21.5	14.0	9.6
Arctomys marmotta	20.7	10.3	13.8	15.6	10.3	13.8
Coelogenys Paca . .	16.7	6.7	10.0	14.4	8.9	11.1
Lepus cuniculus . .	16.1	12.3	14.8	11.9	11.9	11.9
- timidus . . .	13.0	16.7	16.7	13.0	16.7	14.8
9. Insectivora . .						
Erinaceus europaeus	23.5	16.5	16.5	15.9	14.9	15.0
Talpa europaea . .	—	—	—	—	—	—
10. Pinnipedia.						
Phoca vitulina . .	12.9	10.3	13.9	11.5	10.8	16.0
- groenlandica .	11.3	12.7	12.8	11.3	10.7	12.8
11. Carnivora.						
Lutra vulgaris . .	21.8	9.3	15.4	22.3	13.1	12.3
Mustela foina . . .	22.4	15.5	13.8	25.8	10.3	15.5
- putorius . .	14.7	12.7	13.7	21.6	12.7	18.6
Viverra genetta . .	24.6	11.4	11.5	18.0	11.7	11.7
Herpestes galera . .	15.6	11.0	14.0	19.1	11.1	13.7
Canis familiaris . .	13.5	10.1	15.4	10.6	9.3	16.4
- lupus	20.0	6.2	9.2	13.6	8.8	13.0
Felis leo	20.3	9.4	7.4	13.5	6.3	14.2
- domestica . .	19.5	11.0	9.7	21.0	9.9	9.8
- lynx	14.5	10.3	10.3	17.8	11.4	9.3
Cynailurus guttata .	18.3	11.9	11.0	20.5	10.3	16.1
12. Chiroptera.	—	—	—	—	—	—
13. Prosimiae.						
Lemur catta . . .	16.1	10.7	14.6	12.3	15.8	15.8
- mongoz . .	15.3	14.1	12.2	8.8	10.5	10.6
14. Primates.						
Cebus capucinus . .	17.8	12.8	13.8	20.0	8.0	8.0
Cynocephalus sphinx	16.1	11.1	13.1	13.3	11.2	13.3
- -	14.9	9.4	16.6	10.1	17.2	15.1
Inuus cynomolgus .	18.2	14.7	12.5	17.2	14.7	12.5
- nemestrinus .	20.3	9.9	16.6	16.0	11.7	11.8
Cercopithecus sabaeus	18.9	9.3	9.5	15.3	9.4	10.6
- cephus	18.4	16.3	16.3	14.2	14.3	12.3
- mona .	17.4	9.7	12.0	12.6	7.4	13.6
Pithecus satyrus . .	16.8	11.8	9.2	6.3	8.5	10.3
- troglodytes	13.2	14.7	7.3	14.9	5.4	13.5

Von einer strammen Ordnung ist in diesen Reihen freilich keine Rede, aber auch ebensowenig von eigentlicher Unordnung. Der Blick, der sie durchgeht, weckt sofort die Ueberzeugung, dass hier leitende Regeln ihre Wirksamkeit geübt haben. Auf einem Boden, wo der Individualität offenbar ein besonders weiter Spielraum gelassen ist, kann es sich noch weniger, als es bereits früher der Fall war, darum handeln, Einzelheiten Bedeutung beizulegen. Viel eher ist auf Gewinn zu hoffen, wenn wir sie zu wenigen Strichen zusammenschmelzen. Der Gleichartigkeit wegen wählen wir die früher angenommene Gruppirung.

	Rechte Lunge			Linke Lunge		
	Bronchus 1—2	Bronchus 2—3	Bronchus 3—4	Bronchus 1—2	Bronchus 2—3	Bronchus 3—4
1. Monotremata	19.7 (16—23)	13.9 (12—16)	12.5 (9—16)	12.5 (10—15)	13.0 (11—15)	13.0 (11—15)
2. Marsupialia (ohne Peramcles)	15.4 (14—19)	12.6 (10—15)	11.5 (9—17)	12.9 (10—14)	13.7 (12—15)	13.3 (9—15)
3. Edentata.						
a) Bradypus	5.0	5.1	5.1	12.3	9.9	8.6
b) Dasypus	18.7	—	—	—	—	—
4. Cetacea	11.0 (10—12)	8.8 (8—10)	10.1 (9—11)	9.6 (9—10)	10.2 (9—11)	10.8 (8—13)
5. Perissodactyla	13.5 (13—14)	20.0 (16—24)	20.1 (20—20)	11.5 (11—12)	19.3 (15—23)	17.2 (16—18)
6. Artiodactyla.						
a) Auchenia	14.0	12.0	7.0	8.7	8.7	10.6
b) Dicotyles, Sus	12.7 (11—14)	15.0 (15—15)	16.7 (17—17)	14.9 (13—17)	11.9 (11—13)	11.6 (11—12)
c) Cervus etc.	12.3 (7—25)	13.4 (9—20)	16.5 (9—25)	9.2 (7—12)	14.6 (11—21)	13.9 (12—17)
7. Proboscidea	7.1	12.2	13.5	7.3	7.7	7.6
8. Rodentia.						
a) Hystrix, Arctomys	21.0 (21—21)	12.6 (10—15)	14.8 (14—16)	18.5 (16—21)	12.1 (10—14)	11.7 (10—14)
b) Coelogenys, Lepus	15.3 (13—17)	11.9 (7—17)	13.8 (10—17)	13.3 (12—14)	12.5 (9—17)	12.6 (11—15)
9. Insectivora: Erinaceus	23.5	16.5	16.5	15.9	14.9	15.0
10. Pinnipedia	12.1 (11—13)	11.5 (10—13)	13.3 (13—14)	11.4 (11—12)	10.7 (10—11)	14.4 (13—16)
11. Carnivora.						
a) Lutra, Mustela	19.6 (15—22)	12.5 (9—15)	14.3 (14—15)	23.2 (22—26)	12.0 (10—13)	15.5 (12—19)
b) Viverra etc.	18.8 (13—25)	10.1 (6—12)	11.2 (7—15)	16.6 (13—21)	9.6 (6—12)	13.6 (10—16)
12. Chiroptera	—	—	—	—	—	—
13. Prosimiae	15.7 (15—16)	12.4 (11—14)	13.4 (12—15)	10.5 (9—12)	13.1 (10—16)	13.2 (11—16)
14. Primates.						
a) Cebus etc.	17.7 (15—20)	11.6 (9—16)	13.8 (9—17)	14.9 (10—20)	11.7 (7—17)	12.2 (8—15)
b) Pithecus	15.0 (13—17)	13.2 (12—15)	8.2 (7—9)	10.6 (6—15)	7.0 (5—8)	11.9 (10—13)

Da der Gesammtwerth der in Betracht kommenden Strecke bei verschiedenen Lungen ungleich ausfällt, so sind die vorstehenden Zahlen natürlich nur in soweit direct unter einander vergleichbar, als sie der gleichen Reihe angehören. Mehr ist aber auch nicht von ihnen zu verlangen. Die gegen-

seitigen Abstände der Seitenbronchen zeigen in absteigender Richtung ein dreifaches Verhalten. Sie bleiben sich gleich, sie nehmen zu oder sie nehmen ab. Zu- und Abnahme combiniren sich nicht selten in der Weise, dass in der zunehmenden Reihe durch das mittlere Zahlenglied eine vorübergehende Abnahme (Pinnipedia), in der abnehmenden durch das Endglied wiederum eine Zunahme, doch nicht bis auf die Höhe des Anfangsgliedes, veranlasst wird (z. B. Carnivora). Da es nicht leicht ist, diesem Gange der Dinge durch die Zahlentabelle hindurch zu folgen, dürfte die nachfolgende Uebersetzung nicht unerwünscht sein. Die Combinationsformen von Zu- und Abnahme sind durch Klammern hervorgehoben.

Gegenseitige Abstände der ventralen Seitenbronchen

	nach unten hin		
	zunehmend	abnehmend	gleichbleibend
1. Monotremata.	—	rechts	links
2. Marsupialia.	—	rechts	links
3. Edentata.			
Bradypus.	—	links	rechts
4. Cetacea.	links	(rechts)	—
5. Perissodactyla.	beiderseits	—	—
6. Artiodactyla.			
a) Auchenia.	—	rechts	links
b) Dicotyles, Sus.	rechts	links	—
c) Cervus etc.	beiderseits	—	—
7. Proboscidea.	rechts	—	links
8. Rodentia.			
a) Hystrix, Arctomys.	—	(rechts) links	—
b) Coelogenys, Lepus.	—	(rechts)	links
9. Insectivora.	—	rechts	links
10. Pinnipedia.	(beiderseits)	—	—
11. Carnivora.			
a) Lutra, Mustela.	—	(beiderseits)	—
b) Viverra etc.	—	(beiderseits)	—
12. Chiroptera.	—	—	—
13. Prosimiae.	rechts	(links)	—
14. Primates.			
a) Cebus etc.	—	(beiderseits)	—
b) Pithecus.	—	rechts (links)	—

Ziemlich in der Hälfte aller Fälle stimmen die beiderseitigen Lungen in ihrem Verhalten ganz oder wenigstens der Hauptsache nach unter einander überein, in der zweiten thun sie es nicht, sei es, dass die eine Lunge sich mit der neutralen Form der gleichförmigen Abstände begnügt, sei es, dass sie der typisch differenzirten ihrer Genossin die entgegengesetzte zur Seite stellt (Cetacea, Dicotyles und Sus, Prosimiae). Als weitaus überwiegend erweist sich der Typus mit Abnahme der Bronchialabstände nach unten hin. Ausschliesslich combinirt verwerthen ihn die Robben, die Fleischfresser und ein Theil der Affen. Theilweise combinirt, und zwar ohne Vorliebe für die eine oder andere Seite, kommt er den Walen, Nagern, Halbaffen und einigen Primaten zu. Die stärkere Annäherung des 2. und 3. Ventralbronchus ist nicht selten eine geradezu auffällige. Der Typus mit wachsenden Abständen ist weitaus sel-

tener. Eine ziemlich schwächliche Combination mit dem entgegengesetzten kennzeichnet die Robben. Wir müssen uns vorläufig mit der Constatirung dieser Thatsachen begnügen. Zu einem Gesetze lassen sie sich zur Zeit noch nicht zusammenfassen. Eine Beziehung zu anderweitigen Formverhältnissen des Bronchialsystems ist nicht nachzuweisen. Namentlich besteht eine solche nicht zu der wechselnden Längenentfaltung des Stammbronchus. Trotzdem ist die Thatsache an und für sich von Bedeutung, weil sie auf einem Boden, wo man vielleicht am wenigsten daran denken möchte, auf das strenge Walten bestimmter, wenn auch vorläufig noch unbekannter, gestaltender Kräfte hinweist. In dieser Hinsicht darf namentlich auch die verhältnissmässig grosse Gleichartigkeit hervorgehoben werden, wie sie sich zwischen den Gliedern der einzelnen Ordnungen kund giebt. Es liegt darin ein Beleg dafür, dass wir es mit Erscheinungen zu thun haben, die über der Individualität stehen und von allfälligen Aenderungen, welche an den einzelnen Arten durch weitere Beobachtungen sich ergeben werden, keine Einbusse zu befürchten haben.

β. Längenabstände der eparteriellen Seitenbronchen.

Wir bemessen die Stellung des eparteriellen Bronchus gleichfalls nach seiner Entfernung von der Theilungsstelle der Trachea. Nur wird hier zwischen oberhalb und unterhalb derselben zu unterscheiden sein. Auf ersteres beziehen sich die Zahlen mit negativem Vorzeichen. Zur Orientirung ist es erwünscht, gleich auch den Abstand des eparteriellen Bronchus von dem ersten hyparteriellen und denjenigen dieses letzteren von dem zweiten beizufügen. Damit sind dann alle Momente gegeben, welche für das Verständniss der aus ep- und hyparteriellen Elementen combinirten Reihenbildung erforderlich sind. Die Zahlen entsprechen wiederum Procenten des Stammbronchus.

	Rechte Lunge Abstand des			Linke Lunge Abstand des		
	eparteriellen Bronchus		1. hyparteriellen Bronchus vom zweiten	eparteriellen Bronchus		1. hyparteriellen Bronchus vom zweiten
	von der Theilungsstelle der Trachea	vom 1. hyparteriellen Ventralbronchus		von der Theilungsstelle der Trachea	vom 1. hyparteriellen Ventralbronchus	
1. Monotremata.						
Ornithorhynchus paradoxus	29.2	3.8	16.1	—	—	—
Echidna hystrix . .	20.0	5.0	23.4	—	—	—
2. Marsupialia.						
Phaseolomys Wombat	10.2	8.7	14.2	—	—	—
Macropus gigas . .	11.5	7.7	15.4	—	—	—
- penicillatus	15.6	5.5	18.9	—	—	—
Hypsiprimnus murinus	13.5	8.1	13.7	—	—	—
Perameles fusciventer	20.7	5.1	—	—	—	—
3. Edentata.						
Bradypus tridactylus	27.9	6.3	5.0	27.2	7.4	12.3
Dasypus niger. . .	4.3	11.3	18.7	—	—	—
4. Cetacea.						
Delphinus delphis .	—17.2	49.5	12.1	14.7	20.2	10.4
- phocaena	— 9.3	31.1	9.8	8.4	17.8	8.9

	Rechte Lunge Abstand des			Linke Lunge Abstand des		
	eparteriellen Bronchus		1. hyparteriellen Bronchus vom zweiten	eparteriellen Bronchus		1. hyparteriellen Bronchus vom zweiten
	von der Theilungsstelle der Trachea	vom 1. hyparteriellen Ventralbronchus		von der Theilungsstelle der Trachea	vom 1. hyparteriellen Ventralbronchus	
5. Perissodactyla						
Equus caballus . .	2.9	8.9	14.3	8.8	8.4	10.8
Tapirus americanus	4.7	4.7	12.8	—	—	—
6. Artiodactyla.						
Auchenia lama . .	—10.0	29.0	14.0	12.5	11.5	8.7
Dicotyles torquatus	—17.4	30.1	11.1	—	—	—
Sus scrofa . . .	—20.6	28.1	14.3	—	—	—
Cervus elaphus . .	—36.4	43.0	8.8	—	—	—
- dama ♂ . .	—37.1	42.7	25.3	—	—	—
- - juv. .	—42.9	54.3	14.3	—	—	—
Antilope gutturosa .	—33.7	45.1	7.3	—	—	—
Ovis aries	—40.3	49.3	10.2	—	—	—
Capra hircus juv. .	—37.9	45.6	13.0	—	—	—
Bos taurus juv. . .	—30.0	37.5	7.5	—	—	—
7. Proboscidea.						
Elephas africanus .	17.8	7.2	7.1	20.2	7.2	7.3
8. Rodentia.						
Hystrix cristata . .	—	—	—	—	—	—
Arctomys marmotta	13.8	12.1	20.7	—	—	—
Coelogenys Paca .	4.4	14.4	16.7	—	—	—
Lepus cuniculus . .	4.9	9.8	16.1	—	—	—
- timidus . .	5.5	9.3	13.0	—	—	—
9. Insectivora.						
Erinaceus europaeus	16.5	3.5	23.5	—	—	—
Talpa europaea . .	—	—	—	—	—	—
10. Pinnipedia.						
Phoca vitulina . .	9.3	12.9	12.9	10.4	9.3	11.5
- groenlandica	12.1	15.6	11.3	12.1	10.6	11.3
11. Carnivora.					—	—
Lutra vulgaris . .	7.7	11.6	21.8	—	—	—
Mustela foina . .	5.2	15.5	22.4	—	—	—
- putorius .	7.8	11.8	14.7	—	—	—
Viverra genetta . .	6.6	9.8	24.6	—	—	—
Herpestes galera .	6.2	9.4	15.6	—	—	—
Canis familiaris . .	5.9	9.3	13.5	—	—	—
- lupus . . .	11.6	6.5	20.0	—	—	—
Felis leo	12.8	6.3	20.3	—	—	—
- domestica . .	8.5	9.8	19.5	—	—	—
- lynx	3.4	14.5	14.5	—	—	—
Cynailurus guttata .	—3.5	17.0	18.3	—	—	—
12. Chiroptera.	—	—	—	—	—	—
13. Prosimiae.						
Lemur catta . . .	14.3	10.7	16.1	—	—	—
Lemur mongoz . .	12.1	13.7	15.3	—	—	—
14. Primates.						
Cebus capucinus .	4.2	16.8	17.8	—	—	—
Cynocephalus sphinx	0	15.2	16.1	—	—	—
- -	6.3	11.1	14.9	—	—	—
Inuus cynomolgus .	9.1	12.5	18.2	—	—	—
- nemestrinus .	8.7	10.3	20.3	—	—	—
Cercopithecus sabaeus	9.4	11.7	18.9	—	—	—
- cephus	10.2	10.2	18.4	—	—	—
- mona	3.3	15.3	17.4	—	—	—
Pithecus satyrus .	5.9	16.8	16.8	—	—	—
- troglodytes	17.7	10.3	13.2	—	—	—

Schaffen wir durch die Berechnung von Mittelwerthen eine einfachere Grundlage. Dass das Unternehmen berechtigt ist, zeigt der erste Blick auf die Zahlenreihen.

	Rechte Lunge			Linke Lunge		
	Abstand des			Abstand des		
	eparteriellen Bronchus		1. hyparteriellen Bronchus vom zweiten	eparteriellen Bronchus		1. hyparteriellen Bronchus vom zweiten
	von der Theilungsstelle der Trachea	vom 1. hyparteriellen Ventralbronchus		von der Theilungsstelle der Trachea	vom 1. hyparteriellen Ventralbronchus	
1. Monotremata	24.6 (20—29)	4.4 (4—5)	19.7 (16—23)	—	—	—
2. Marsupialia (ohne Perameles)	12.7 (10—16)	7.5 (5—9)	15.4 (14—19)	—	—	—
3. Edentata.						
a) Bradypus	27.9	6.3	5.0	27.2	7.4	12.3
b) Dasypus	4.3	11.3	18.7	—	—	—
4. Cetacea	—13.2 (—9—17)	40.3 (31—49)	11.0 (10—12)	11.5 (8—15)	19.0 (18—20)	9.6 (9—10)
5. Perissodactyla	3.8 (3—5)	6.8 (5—9)	13.5 (13—14)	(8.8)	(8.4)	(10.8)
6. Artiodactyla.						
a) Auchenia	—10.0	29.0	14.0	12.5	11.5	8.7
b) Dicotyles, Sus	—19.0 (—17—21)	29.1 (28—30)	12.7 (11—14)	—	—	—
c) Cervus etc.	—37.0 (—30—43)	47.6 (37—54)	12.3 (7—25)	—	—	—
7. Proboscidea	17.8	7.2	7.1	20.2	7.2	7.3
8. Rodentia.						
a) Arctomys	13.8	12.1	20.7	—	—	—
b) Coelogenys, Lepus	4.9 (4—6)	11.2 (9—14)	15.3 (13—17)	—	—	—
9. Insectivora. Erinaceus	16.5	3.5	23.5	—	—	—
10. Pinnipedia	10.7 (9—12)	14.2 (13—16)	12.1 (11—13)	11.2 (10—12)	10.0 (9—11)	11.4 (11—12)
11. Carnivora.						
a) Lutra, Mustela, Viverra, Herpestes, Canis, Felis	7.6 (3—13)	9.0 (6—16)	18.6 (13—25)	—	—	—
b) Cynailurus	—3.5	17.0	18.3	—	—	—
12. Chiroptera	—	—	—	—	—	—
13. Prosimiae	13.2 (12—14)	12.2 (11—14)	15.7 (15—16)	—	—	—
14. Primates.						
a) Cebus, Cynocephalus, Inuus, Cercopithecus	6.4 (0—10)	12.9 (10—17)	17.7 (15—20)	—	—	—
b) Pithecus	11.8 (6—18)	13.5 (10—17)	15.0 (13—17)	—	—	—

Was in dieser Zusammenstellung sofort in die Augen springt, ist der weite Spielraum, welcher dem eparteriellen Bronchus in der Wahl seiner Lage gelassen ist. Nicht allein der eparterielle Abschnitt des Stammbronchus, die Trachea selbst hat seiner Wanderlust Genüge zu leisten. Seine Stellung wird dadurch im Rahmen des Bronchialbaums zu einer durchaus eigenthümlichen, bis zu einem gewissen Grade unabhängigen. Während er in den einen

Fällen so dicht an das hyparterielle Gebiet heranrückt, dass seine Eigenart für den Unkündigen völlig verloren geht, lässt er in andern zwischen sich und ihm eine so weite Lücke, dass man ihn für einen überzähligen, bloss accessorischen Bestandtheil ansehen konnte. Wir sind vor der Hand nicht im Stande, eine Erklärung für diese Erscheinung abzugeben. Sie kommt, wie wir später vom Menschen nachweisen werden, auch individuell bei Angehörigen derselben Art in sehr ausgesprochener Weise zur Geltung. Einige wenige Beobachtungen an Thieren lassen mich glauben, dass es bei diesen nicht anders ist.

Sonderbarer Weise ist es nur der Bronchus der rechten Lunge, der hiervon betroffen wird. Derselbe besitzt überhaupt, auch wo er am Stammbronchus verbleibt, gegenüber seinem Genossen Vorliebe zu einer höheren Lagerung (Pferd, Elephant). Er verleugnet sie nur bei Faulthier (Taf. I. Fig. 2) und Robbe (Taf. I. Fig. 1). Am weitesten nach oben rückt er bei den Wiederkäuern, weniger weit bei den Schweinen, dem Lama (Taf. II. Fig. 4) und den Delphinen. Bei den letzteren wird trotzdem die Erscheinung wegen der beträchtlichen Kürze der Trachea am allerauffälligsten. Der Bronchus entspringt aus deren Mitte, um in steilem Verlaufe zur Lungenspitze herabzulaufen (Taf. II. Fig. 3). Bei den Artiodactylen geht er mehr quer nach aussen zum hoch emporreichenden Lungenende (Taf. III. Fig. 5). Auch ein Raubthier (Cynailurus) bietet entschieden tracheale Stellung des eparteriellen Bronchus. Sonst habe ich nur noch bei Affen (Cynocephalus, Taf. V. Fig. 9), doch nicht beständig, sondern offenbar unter dem Einflusse der Individualität unzweideutige Hinneigung dazu gefunden. Dabei ist indessen nicht zu vergessen, dass wir den Stand der Seitenbronchen durch den untern Rand bestimmt sein lassen und dass somit unsere Tabellen eine tracheale Stellung erst dann verzeichnen, wenn dieser untere Rand mit dem Ende der Trachea zusammenfällt oder darüber zu liegen kommt, während sie in Wirklichkeit schon früher eingeleitet wird. Die beiden Lagen gehen ganz unmerklich in einander über. Sie würden es auch dann thun, wenn wir einen beliebigen andern Punkt unserer Messung zu Grunde gelegt hätten.

Während wir unter diesen Umständen dem eparteriellen Bronchus am obersten Ende des Stammbronchus oder gar darüber begegnen, treffen wir ihn anderwärts in einer ganz entgegengesetzten Stellung. Er rückt dann dem ersten hyparteriellen Ventralbronchus so nahe und so unmittelbar auf den Leib, dass zwischen ihnen eben nur noch Raum für die Arterie bleibt und selbst diese bisweilen gleichsam Mühe hat, sich einen Weg zu bahnen. Das Höchste hierin leisten die Monotremen (Taf. IV. Fig. 8). — Ueberblicken wir die sämmtlichen Ordnungen, so finden wir, dass der eparterielle Bronchus ungefähr ebenso oft von der untern, wie von der obern Hälfte der eparteriellen Bronchialstrecke ausgeht. Jenes pflegt, soweit meine Erfahrungen reichen, den Monotremata, Marsupialia, Edentata, Proboscidea, Rodentia, Insectivora und Prosimiae, dieses den Cetacea, Perissodactyla, Artiodactyla, Pinnipedia, Carnivora und Primates eigen zu sein. Eine Ausnahme scheint unter den letztern der Chimpanzé zu machen, wie ich an zwei verschiedenen Exemplaren zu beobachten Gelegenheit hatte. Der Orang folgt seinen Stammesgenossen (Taf. V. Fig. 11).

Man möchte vielleicht geneigt sein, den verschiedenen Sitz des eparteriellen

Seitenbronchus in der obern oder untern Hälfte des bezüglichen Stammabschnittes mit der verschiedenen relativen Länge dieses letzteren in Verbindung zu bringen. Indessen ist doch nur soviel richtig, dass solches für deren grössten (Monotremata) und kleinsten Werth (Perissodactyla) zutrifft. Im übrigen herrscht völlige Unabhängigkeit, was mit Sicherheit darauf schliessen lässt, dass es eben verschiedene Bedingungen sind, welche die eine und die andere Sachlage geschaffen haben.

In nichts spricht sich die Eigenart des eparteriellen Bronchus so klar aus, wie in seiner geringen Neigung, sich bezüglich der zu wählenden Stellung mit den hyparteriellen Bronchen ins Einvernehmen zu setzen. Wohl wählt er da und dort seine Entfernung von dem ersten Ventralbronchus so, dass die hyparterielle Reihe durch ihn eine harmonische und ungezwungene Erweiterung erfährt. Beide Lungen der Robbe, des Elephanten und des Pferdes, sowie die rechtseitige Lunge von Lama und Faulthier können als derartige Fälle namhaft gemacht werden. Viel häufiger tritt das Entgegengesetzte ein. Der Abstand des eparteriellen Bronchus von dem benachbarten Ventralbronchus steht in keinem richtigen Verhältnisse zu den gegenseitigen Abständen der hyparteriellen Reihe; er ist entweder zu gross oder zu klein. Jenes ist die gewöhnliche Folge der Ueberwanderung auf den Trachealstamm. Die entstehende Lücke kann hierbei einem Dritttheile oder selbst der Hälfte des Stammbronchus gleich kommen (Cetacea, Artiodactyla). Aehnliches, wenn gleich in viel engern Grenzen, wiederholt sich bei der linken Lunge der Cetaceen, ohne dass ein Verlassen des Stammbronchus stattgefunden hätte. Sonst ist überall die Stellung des Bronchus eine zu tiefe, was auch dem weniger geübten Auge sofort ersichtlich wird.

Das eparterielle Bronchialsystem ist dasjenige Element, welches in die sonst ziemlich träge Lungenmasse Leben und Bewegung bringt und die nüchterne hyparterielle Grundlage zu verschiedenen charakteristischen Formen ausbaut. Bemerkenswerth ist dabei vor allem die grosse Vorliebe für asymmetrische Bildungen. Volle Symmetrie ist selten (Bradypus, Pinnipedia), annähernde nicht viel häufiger (Equus, Proboscidea), gar keine die Regel. In diese Kategorie fällt ja naturgemäss die ganze grosse Zahl von Lungen, die den eparteriellen Bronchus überhaupt nur rechts besitzen und daher hier um ein Stockwerk höher aufragen, als links. Es wäre übrigens irrthümlich zu glauben, dass die Störung der Symmetrie nothwendigerweise eine sehr auffällige sei. Bei sehr tiefer Lage des eparteriellen Bronchus kann sie dem Unkundigen leicht entgehen (Taf. IV, Fig. 8) oder sie gleicht sich äusserlich durch überhohe Stellung des ersten Ventralbronchus der linken Seite völlig aus, wie solches beispielsweise bei Lutra zu sehen ist. Wer sich in solchen Fällen nur vom allgemeinen Eindruck leiten lässt und eine genauere Analyse versäumt, wird unausbleiblich dem Irrthum zum Opfer fallen und Symmetrie, natürlich mit entsprechender Missdeutung der Seitenbronchen, annehmen, wo eine solche gar nicht vorhanden ist.

Wir sind mit den Lagerungsverhältnissen des Bronchialbaums zu Ende.

Ich glaube bei Erörterung derselben keinen für die allgemeine Morphologie irgendwie bedeutungsvollen Punkt übergangen, keine Beziehung, die der Lückenhaftigkeit und Unvollständigkeit des Materiales zu trotzen vermochte, ausser Acht gelassen zu haben. Reich und mannigfach sind die Abstufungen, welche das Bild des Bronchialbaums durch Verkümmerung, durch Ausfall, durch Verschiebung einzelner Theile an unserm Auge vorübergeführt hat. Ich glaube dieses Kapitel nicht besser schliessen zu können, als indem ich sie in einzelnen charakteristischen Vertretern der fünf Haupttypen wie in ebenso vielen Brennpunkten zusammenfasse. Wir erhalten dadurch auch Gelegenheit zu erfahren, was Zahl, graphische Darstellung und Bild im Vereine zur Klarlegung derartiger Verhältnisse zu leisten vermögen, und wie jedes Glied dieser Trias durch die andern gehoben und an klar bewusstem Inhalte gefördert wird. Der einheitlichen Darstellung wegen berechne ich die Lage sämmtlicher Punkte in Abständen von der Theilungsstelle der Trachea. Die graphische Wiedergabe (Fig. 5) befolgt dasselbe Prinzip.

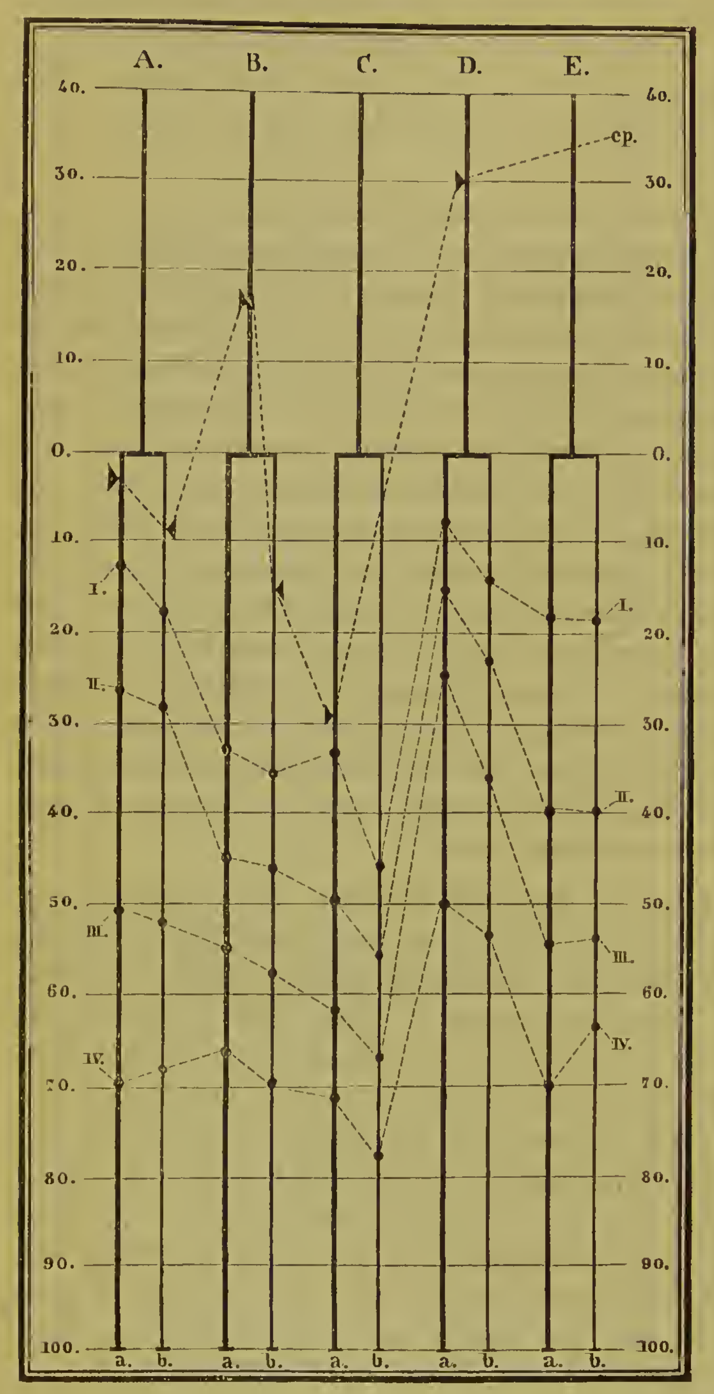


Fig. 5. Graphische Darstellung der auf gleiche Länge der Stammbronchen reduzirten Bronchialbäume von Equus Caballus (A), Delphinus delphis (B), Ornithorhynchus paradoxus (C), Bos taurus (D) und Hystrix cristata (E). Oberhalb des Nullpunktes die Trachea, unterhalb desselben, a, der rechte, b, der linke Stammbronchus. — ep., eparterieller Seitenbronchus. — I, II, III, IV, erster, zweiter, dritter und vierter hyparterieller Ventralbronchus.

Abstände von der Theilungsstelle der Trachea in Längenprocenten des Stammbronchus.

	Rechte Lunge					Linke Lunge				
	Eparterieller Bronchus	Hyparterieller Ventralbronchus				Eparterieller Bronchus	Hyparterieller Ventralbronchus			
		1	2	3	4		1	2	3	4
A. Eparterieller Bronchus beiderseitig.										
1. Beiderseitig bronchial.										
Equus Caballus (Taf. VII. Fig. 13)	2.9	11.8	26.1	50.1	69.7	8.8	17.2	28.0	51.5	67.8
2. Links bronchial, rechts tracheal.										
Delphinus delphis (Taf. II. Fig. 3)	—17.2	32.3	44.4	54.3	65.8	14.7	34.9	45.4	56.5	69.8
B. Eparterieller Bronchus nur rechtseitig.										
1. Bronchial.										
Ornithorhynchus paradoxus (Taf. IV. Fig. 8)	29.2	33.0	49.1	61.3	70.8	—	45.5	55.5	66.4	77.3
2. Tracheal.										
Bos taurus (Taf. III. Fig. 5)	—30.0	7.5	15.0	24.4	49.8	—	14.0	22.7	35.8	53.1
C. Kein eparterieller Bronchus.										
Hystrix cristata (Taf. VI Fig. 12)	—	18.1	39.4	54.3	70.2	—	18.3	39.8	53.8	63.4

2. Kaliberverhältnisse des Bronchialbaums.

Ein Blick auf die Luftröhrenverzweigung verschiedener Thiere lehrt sofort, dass in dem Kaliber derselben sehr beträchtliche Verschiedenheiten sich geltend machen. Gedrungene und schlanke Formen, gleichförmig nach dem Ende hin verjüngte und stellenweise angeschwellte Gestalten folgen sich in bunter Reihe. Ich habe versucht, auch diese Verhältnisse in bestimmte, leicht vergleichbare Zahlenausdrücke zu bringen, und zwar dadurch, dass ich die peripherischen Abschnitte des Bronchialbaums auf die Stammweite der Luftröhre als einheitliches Grundmaass berechnete. Da das Verhalten des Stammbronchus in engem Zusammenhange mit demjenigen der Seitenbronchen steht, ja vielfach, wenigstens der Hauptsache nach, geradezu durch letzteres bedingt wird, so bestimmte ich ausser der Anfangsweite der ventralen Seitenbronchen die zugehörige Weite des Stammbronchus dicht unter der bezüglichen Abgangsstelle. Für die Weite

eines Rohres giebt der einfache Querdurchmesser keinen genügenden Maassstab. Ich habe daher überall den Quadratinhalt des Querschnittes berechnet. Wie mancherlei, schlechterdings nicht zu vermeidende, Fehlerquellen dabei auch unterlaufen mögen, so dürfte doch an der allgemeinen Verwendbarkeit der Ergebnisse nicht zu zweifeln sein. Ich verzichte auf die Wiedergabe der absoluten Werthe. Dieselben können uns um so weniger von irgend welchem Vortheile sein, als sie nicht allein Thieren von sehr verschiedener Grösse an und für sich, sondern zu gutem Theile auch solchen von ganz unbestimmter Altersstufe entnommen sind. Wir haben es ja überhaupt nur mit der Form als solcher zu thun und dieser leisten die relativen Werthe vollauf Genüge. Ich schicke die Werthangaben der einzelnen Bronchen voraus, um schliesslich das Gesammtkaliber der auf einander folgenden Stockwerke des Bronchialbaums zur Sprache zu bringen. Stamm- und Seitenbronchen sollen wiederum den Inhalt besonderer Tabellen bilden.

a. Einzelkaliber der Bronchen.

Relative Weite des Stammbronchus in Procenten der Stammweite der Luftröhre.

	rechts						links					
	an der Abgangsstelle von der Trachea	unter der Abgangsstelle					an der Abgangsstelle von der Trachea	unter der Abgangsstelle				
		des epart. Br.	der hypart. Bronchen					des epart. Br.	der hypart. Bronchen			
			1	2	3	4			1	2	3	4
1. Monotremata.												
Ornithorhynchus paradoxus	57.0	57.0	57.0	35.7	25.0	10.7	35.7	—	46.4	46.4	35.7	25.0
Echidna hystrix . .	71.4	71.4	57.0	35.7	17.8	10.7	46.4	—	46.4	35.7	17.8	7.2
2. Marsupialia.												
Phascolomys Wombat	59.4	37.6	37.6	28.6	15.0	9.8	48.1	—	28.6	21.1	9.8	5.3
Macropus gigas . .	72.1	63.3	48.1	35.4	16.5	8.8	63.3	—	48.1	35.4	16.5	8.8
- penicillatus	59.4	59.4	43.8	31.4	10.9	4.7	59.4	—	31.4	20.3	10.9	4.7
Hypsiprimnus murinus	100.0	?	46.4	—	—	—	100.0	—	46.4	—	—	—
Perameles fusciventer	65.0	—	—	—	—	—	35.0	—	—	—	—	—
3. Edentata.												
Bradypus tridactylus	46.4	71.4	100.0	85.7	35.7	25.0	46.4	71.4	85.7	46.4	17.8	10.7
Dasypus niger . .	178.5	71.4	57.2	—	—	—	71.4	—	—	—	—	—
4. Cetacea.												
Delphinus delphis .	57.8	—	36.1	23.1	16.1	10.2	64.1	41.0	36.1	19.4	10.2	5.7
- phocaena .	40.5	—	35.0	32.4	20.8	16.8	52.9	35.0	20.8	16.8	16.8	13.2
5. Perissodactyla.												
Equus caballus . .	56.9	50.2	36.5	19.2	11.1	7.3	50.2	50.2	36.5	21.0	9.8	5.2
Tapirus americanus .	100.0	71.4	28.6	15.7	11.4	2.9	71.4	—	28.6	11.4	5.7	2.9
6. Artiodactyla.												
Auchenia lama . .	52.6	—	29.5	21.1	7.4	5.3	67.4	40.0	29.5	7.4	7.4	5.3
Dicotyles torquatus .	63.2	—	52.7	42.1	26.3	18.4	52.7	—	42.1	18.4	18.4	13.2
Sus scrofa	73.2	—	51.0	32.6	27.4	11.0	57.9	—	51.0	38.3	22.7	14.4
Cervus elaphus . .	45.8	—	25.0	19.5	17.0	8.7	45.8	—	38.2	25.0	17.0	8.7
- dama ♀ . .	54.0	—	26.9	15.2	9.0	4.7	54.0	—	31.9	22.8	15.2	9.0
Antilope gutturosa .	67.2	—	38.3	22.7	18.4	8.1	67.2	—	51.0	22.7	10.9	8.1
Ovis aries	56.4	—	42.4	30.3	25.2	16.0	42.4	—	36.0	25.2	20.4	12.1

	rechts						links					
	an der Abgangsstelle von der Trachea	unter der Abgangsstelle					an der Abgangsstelle von der Trachea	unter der Abgangsstelle				
		des epart. Br.	der hypart. Bronchen					des epart. Br.	der hypart. Bronchen			
			1	2	3	4			1	2	3	4
Capra hircus . .	60.4	—	60.4	52.2	37.2	14.9	60.4	—	69.4	44.3	30.9	14.9
Bos taurus . . .	56.4	—	42.4	30.3	25.2	16.0	56.4	—	42.4	25.2	20.4	12.1
7. Proboscidea.												
Elephas africanus .	79.5	61.7	61.7	21.6	12.8	8.1	61.7	56.3	51.0	51.0	36.8	18.3
8. Rodentia.												
Hystrix cristata .	203.9	—	51.3	18.2	10.4	3.2	203.9	—	51.3	21.4	18.2	8.4
Arctomys marmotta	73.7	63.2	42.1	34.2	18.4	13.2	52.7	—	34.2	26.3	13.2	7.9
Coelogenys Paca .	62.0	53.5	53.5	33.8	22.2	14.1	46.5	—	46.5	27.9	18.3	10.0
Lepus cuniculus .	70.0	34.0	30.0	30.0	30.0	20.0	50.0	—	30.0	30 0	30.0	20.0
- timidus . .	78.1	43.8	43.8	37.5	37.5	31.4	59.4	—	43.8	31.4	31.4	31.4
9. Insectivora.												
Erinaceus europaeus	81.2	81.2	43.8	31.2	18.8	18.8	62.5	—	62.5	31.2	12.5	12.5
10. Pinnipedia.												
Phoca vitulina . .	82.7	32.5	27.4	22.7	10.9	5.7	82.7	40.3	32.5	22.7	10.9	5.7
- groenlandica	62.5	40.0	33.6	28.0	17.7	7.1	62.5	40.1	33.6	28.0	17.7	9.9
11. Carnivora.												
Lutra vulgaris . .	83.2	83.2	52.6	40.0	29.5	13.7	67.4	—	40.0	29.5	21.1	13.7
Viverra genetta . .	100.0	57.2	57.2	17.9	10.7	7.2	57.2	—	46.4	17.9	10.7	7.2
Herpestes galera .	76.0	48.0	40.0	26.0	14.0	6.0	40.0	—	40.0	26.0	14.0	10.0
Canis familiaris . .	88.2	53.7	44.6	36.2	21.5	11.3	53.7	—	44.6	28.2	15.8	11.3
- lupus . . .	74.8	60.7	36.7	15.2	9.0	9.0	54.0	—	36.7	18.8	11.9	6.6
Felis leo	63.0	28.2	13.0	7.7	6.5	4.5	48.5	—	20.0	8.8	7.7	2.9
- domestica . .	73.7	73.7	52.7	34.2	18.4	13.2	52.7	—	52.7	42.1	34.2	18.4
- lynx	100.0	56.6	33.6	24.8	24.8	17.7	56.6	—	33.6	24.8	24.8	17.7
Cynailurus guttata	50.1	—	50.1	44.4	44.4	15.2	44.4	—	39.1	39.1	24.9	11.0
12. Chiroptera . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13. Prosimiae.												
Lemur catta . . .	60.6	60.6	21.2	9.1	6.1	6.1	60.6	—	39.4	9.1	2.4	2.4
- mongoz . .	71.4	71.4	25.0	10.7	7.1	7.1	57.2	—	46.4	10.7	10.7	7.1
14. Primates.												
Cebus capucinus .	80.0	65.0	35.0	25.0	15.0	10.0	65.0	—	35.0	25.0	25.0	15.0
Cynocephalus sphinx	67.4	—	40.0	21.1	13.7	7.4	40.0	—	29.5	21.1	13.7	5.3
- -	59.4	51.5	51.5	37.5	25.0	10.9	43.8	—	43.8	31.3	20.3	10.9
Inuus cynomolgus .	56.0	40.0	26.0	26.0	10.0	6.0	56.0	—	40.0	32.0	10.0	6.0
- nemestrinus .	56.6	56.6	50.4	33.6	24.7	11.5	44.2	—	44.2	33.6	24.7	14.0
Cercopithecus sabaeus	59.4	43.8	43.8	25.0	20.3	7.8	43.8	—	37.5	20.3	15.6	10.9
- cephus	100.0	50.0	35.0	35.0	10.0	4.0	65.0	—	50.0	50.0	25.0	10.0
- mona .	56.6	33.6	24.7	24.7	17.7	11.5	44.2	—	33.6	24.7	17.7	11.5
Pithecus satyrus .	63.8	44.6	21.5	7.5	3.8	2.8	36.2	—	36.2	28.2	15.8	11.3
- troglodytes	73.7	34.5	18.4	18.4	7.9	5.3	63.2	—	52.7	42.1	26.3	13.2

Relative Weite der Seitenbronchen in Procenten der Stammweite der Trachea.

	Eparterieller Bronchus	Hyparterieller Ventralbronchus				Eparterieller Bronchus	Hyparterieller Ventralbronchus			
		1	2	3	4		1	2	3	4
1. Monotremata.										
Ornithorhynchus paradoxus	7.2	25.0	7.2	10.7	7.2	—	10.7	7.2	10.7	10.7
Echidna hystrix . .	7.2	25.0	25.0	7.2	2.8	—	25.0	25.0	10.7	7.2
2. Marsupialia.										
Phascolomys Wombat	15.0	9.8	5.3	15.0	5.3	—	15.0	15.0	15.0	5.3

	Eparterieller Bronchus	Hyparterieller Ventralbronchus				Eparterieller Bronchus	Hyparterieller Ventralbronchus			
		1	2	3	4		1	2	3	4
Macropus gigas . .	25.3	25.3	16.5	6.3	3.8	—	48.1	35.4	16.5	2.5
- penicillatus	31.4	31.4	7.8	4.7	3.1	—	31.4	10.9	4.7	3.1
Hypsiprimnus murinus	46.4	—	—	—	—	—	46.4	—	—	—
Perameles fusciventer	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3. Edentata.										
Bradypus tridactylus	17.8	17.8	17.8	17.8	10.7	17.8	17.8	17.8	7.0	0.7
Dasypus niger . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4. Cetacea.										
Delphinus delphis .	19.4	13.1	7.8	5.7	4.1	23.1	10.2	7.8	7.8	4.1
- phocaena	20.0	7.4	7.4	5.2	5.2	16.8	7.4	7.4	5.2	5.2
5. Perissodactyla.										
Equus caballus . .	9.7	12.5	9.7	7.3	5.2	12.5	14.1	11.1	6.2	3.5
Tapirus americanus	11.4	11.4	11.4	4.3	2.9	—	11.4	11.4	2.9	2.9
6. Artiodactyla.										
Auchenia lama . .	21.1	13.7	13.7	7.4	0.9	7.4	13.7	7.4	0.9	3.2
Dicotyles torquatus	18.4	18.4	13.2	5.3	5.3	—	7.9	5.3	2.1	2.1
Sus scrofa	22.7	22.7	18.4	14.4	8.1	—	18.4	14.4	8.1	8.1
Cervus elaphus . .	28.1	10.5	14.6	10.5	3.1	—	16.9	14.6	10.5	3.1
- dama ♀ . .	15.2	11.9	4.7	3.1	1.7	—	15.2	6.6	3.1	3.1
Antilope gutturosa .	22.7	14.4	10.9	8.1	3.7	—	14.4	14.4	8.1	2.0
Ovis aries	25.2	12.1	12.1	12.1	8.8	—	16.0	12.1	12.1	8.8
Capra hircus . . .	14.9	14.9	14.9	7.8	?	—	14.9	14.9	19.2	7.8
Bos taurus . . .	42.4	12.1	6.4	4.1	2.2	—	30.3	12.1	6.4	6.4
7. Proboscidea.										
Elephas africanus .	15.4	12.8	6.2	6.2	3.3	18.3	18.3	10.4	8.1	6.2
8. Rodentia.										
Hystrix cristata . .	—	41.6	18.2	4.5	2.0	—	51.3	13.0	6.5	4.5
Arctomys marmotta	18.4	18.4	18.4	18.4	7.9	—	18.4	13.2	7.9	2.1
Coelogenys Paca .	10.0	10.0	10.0	4.2	7.0	—	27.9	9.9	7.0	4.2
Lepus cuniculus .	20.0	20.0	8.0	8.0	4.0	—	20.0	8.0	8.0	4.0
- timidus . .	20.3	15.6	11.0	11.0	11.0	—	20.3	15.6	11.0	11.0
9. Insectivora.										
Erinaceus europaeus	18.8	18.8	12.5	12.5	5.0	—	18.8	18.8	12.5	12.5
10. Pinnipedia.										
Phoca vitulina . .	32.5	10.9	8.1	5.7	5.7	27.4	14.4	14.4	8.1	2.0
- groenlandica	22.6	13.4	13.4	13.4	7.1	22.6	13.4	13.4	9.9	7.1
11. Carnivora.										
Lutra vulgaris . .	40.0	21.1	21.1	13.7	7.4	—	29.5	7.4	7.4	7.4
Viverra genetta . .	46.4	17.9	7.2	2.8	2.8	—	46.4	10.7	7.2	2.8
Herpestes galera .	20.0	14.0	10.0	10.0	4.0	—	26.0	10.0	6.0	4.0
Canis familiaris . .	28.2	15.2	11.3	7.4	7.4	—	21.4	15.8	11.3	7.4
- lupus . . .	26.9	18.8	9.0	4.7	3.1	—	26.9	9.0	6.6	4.7
Felis leo	20.0	11.6	5.5	2.2	1.6	—	23.9	3.6	4.5	2.9
- domestica . .	52.7	34.2	7.9	18.4	7.9	—	52.7	13.2	13.2	7.9
- lynx	44.2	21.2	11.5	11.5	8.8	—	33.6	17.7	11.5	7.1
Cynailurus guttata .	14.1	14.1	11.0	8.4	21.0	—	29.4	14.1	11.0	14.1
12. Chiroptera . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13. Prosimiae.										
Lemur catta . . .	39.4	15.2	6.1	2.4	0.6	—	39.4	9.1	2.4	0.6
- mongoz . .	46.4	17.8	7.1	2.9	0.7	—	46.4	7.1	2.9	0.7
14. Primates.										
Cebus capucinus .	15.0	15.0	10.0	4.0	4.0	—	25.0	10.0	10.0	4.0
Cynocephalus sphinx	21.1	13.7	10.5	7.4	3.2	—	29.5	10.5	7.4	5.3
- -	25.0	25.0	20.3	15.6	4.7	—	43.8	20.3	15.6	7.8
Inuus cynomolgus .	40.0	14.0	10.0	6.0	1.6	—	32.0	14.0	10.0	6.0
- nemestrinus .	33.6	14.0	17.7	11.5	2.6	—	24.7	17.7	14.0	2.6
Cercopithecus sabaeus	20.3	20.3	10.9	7.8	3.1	—	25.0	10.9	7.8	4.7
- cephus	65.0	15.0	15.0	15.0	4.0	—	35.0	10.0	4.0	4.0
- mona	33.6	11.5	11.5	6.2	2.6	—	24.7	8.8	8.8	2.6
Pithecus satyrus .	21.5	36.2	11.3	0.5	0.5	—	36.2	21.5	15.8	11.3
- troglodytes	26.3	18.4	7.9	5.3	2.1	—	52.7	18.4	13.2	5.3

Um einen Ueberblick zu gewinnen, ist es unerlässlich, diese Zahlenreihen in eine einfachere Form zu bringen und dabei nicht allein den Vergleich zwischen gleichwerthigen Punkten der rechten und linken Seite, sondern auch denjenigen einer jeden Strecke des Stammbronchus mit dem zugehörigen Seitenbronchus zu ermöglichen. Ich wähle zu diesem Zwecke Mittelzahlen, soweit solche aus annähernd gleichartigem Materiale gewonnen werden können. Erscheinen sie individuell auch vielfach abgeschwächt, so weisen sie doch immerhin auf die allgemeine Tendenz hin, die in den einzelnen Ordnungen jeweilen vorherrscht.

Relative Weite in Procenten der Stammweite der Luftröhre.

		a. Stammbronchus.						b. Seitenbronchen.				
		an der Abgangsstelle von der Trachea	unter der Abgangsstelle					Epart. Bronch.	Hyparterielle Bronchen			
			des opart. Bronchus	der hyparteriellen Bronchen								
				1	2	3	4		1	2	3	4
1. Monotremata	rechts	64.2	64.2	57.0	35.7	21.4	10.7	7.2	25.0	16.1	9.0	5.0
	links	35.7	—	46.4	41.0	26.7	16.1	—	17.8	16.1	10.7	9.0
2. Marsupialia	rechts	63.6	53.4	43.2	31.8	14.1	7.7	27.2	22.2	9.9	8.7	4.1
	links	56.9	—	36.0	25.6	12.4	6.3	—	31.5	20.4	12.1	3.6
3. Edentata, Bradypus	rechts	46.4	71.4	100.0	85.7	35.7	25.0	17.8	17.8	17.8	17.8	10.7
	links	46.4	71.4	85.7	46.4	17.8	10.7	17.8	17.8	17.8	7.0	0.7
Dasypus	rechts	178.5	71.4	57.2	—	—	—	—	—	—	—	—
	links	71.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4. Cetacea	rechts	49.1	—	35.5	27.7	18.4	13.5	19.7	10.2	7.6	5.4	4.6
	links	58.5	38.0	28.5	18.1	13.5	9.5	20.0	8.8	7.6	6.5	4.6
5. Perissodactyla, Equus	rechts	56.9	50.2	36.5	19.2	11.1	7.3	9.7	12 5	9.7	7.3	5.2
	links	50.2	50.2	36.5	21.0	9.8	5.2	12.5	14.1	11.1	6.2	3.5
Tapirus	rechts	100.0	71.4	28.6	15.7	11.4	2.9	11.4	11.4	11.4	4.3	2.9
	links	71.4	—	28.6	11.4	5.7	2.9	—	11.4	11.4	2.9	2.9
6. Artiodactyla, Auchenia	rechts	52.6	—	29.5	21.1	7.4	5.3	21.1	13.7	13.7	7.4	0.9
	links	67.4	40.0	29.5	7.4	7.4	5.3	7.4	13.7	7.4	0 9	3.2
ohne Auchenia	rechts	59.5	—	42.4	30.6	23.2	12.2	23.7	14.6	11.9	8.1	4.8
	links	54.6	—	45.3	27.7	19.4	11.6	—	16.7	11.8	8.7	5.2
7. Proboscidea	rechts	79.5	61.7	61.7	21.6	12.8	8.1	15.4	12.8	6.2	6.2	3.3
	links	61.7	56.3	51.0	51.0	36.8	18.3	18.3	18.3	10.4	8.1	6.2
8. Rodentia, Hystrix	rechts	203.9	—	51.3	18.2	10.4	3.2	—	41.6	18.2	4.5	2.0
	links	203.9	—	51.3	21.4	18.2	8.4	—	51.3	13.0	6.5	4.5
ohne Hystrix	rechts	70.9	48.6	42.3	33.9	27.0	19.7	17.2	16.0	11.8	10.4	7.5
	links	52.1	—	38.6	28.9	23.2	17.3	—	21.6	11.7	8.5	5.3
9. Insectivora (Erinaceus)	rechts	81.2	81.2	43.8	31.2	18.8	18.8	18.8	18.8	12.5	12.5	5.0
	links	62.5	—	62.5	31.2	12.5	12.5	—	18.8	18.8	12.5	12.5
10. Pinnipedia	rechts	72.6	36.2	30.5	25.3	14.3	6.4	27.5	12.1	10.7	9.5	6.4
	links	72.6	40.2	33.0	25.3	14.3	7.8	25.0	13.9	13.9	9.0	4.5
11. Carnivora	rechts	78.7	57.7	42.3	27.4	19.9	10.9	32.5	18.7	10.5	8.7	7.1
	links	52.7	—	39.2	26.1	18.3	10.9	—	32.2	11.3	8.7	6.5
12. Chiroptera	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13. Prosimiae	rechts	66.0	66.0	23.1	9.9	6.5	6.5	42.9	16.5	6.6	2.6	0.6
	links	58.9	—	42.9	9.9	6.5	4.7	—	42.9	8.1	2.6	0.6
14. Primates	rechts	67.3	46.6	34.6	25.4	14.8	7.7	30.1	18.3	12 5	7.9	2.8
	links	50.1	—	40.2	30.8	19.4	10.8	—	32.6	14.2	10.7	5.4

Nur ausnahmsweise geht das Kaliber der Trachea unverändert auf den einen der Stammbronchen (Tapirus, Viverra, Cercopithecus cephus) oder gar auf beide über (Hypsiprimnus). Noch seltener vergrössert sich dasselbe einer- (Dasypus) oder beiderseits (Hystrix) in erheblichem Grade. In der Regel ist jeder der beiden Stammbronchen für sich ansehnlich enger als die Luftröhre, doch so, dass beide zusammen derselben mehr oder weniger überlegen sind. Von gleicher Weite sind sie im allgemeinen nur bei symmetrischer Ausbildung des eparteriellen Systems, sei es, dass ein solches dem Stammbronchus überhaupt beiderseits fehlt (Hystrix, Artiodactyla ohne Auchenia), oder aber dass es rechts wie links demselben angehört (Bradypus, Equus, Pinnipedia). Asymmetrie ist freilich auch hier nicht völlig ausgeschlossen (Proboscidea), doch erreicht sie bei weitem nicht den Höhegrad derjenigen Bronchialbäume, die nur einseitig mit eparteriellen Bestandtheilen am Stammbronchus ausgestattet sind, links bei den Cetaceen und dem Lama, rechts bei all den übrigen, noch nicht aufgezählten Ordnungen. Die mit dem überzähligen Bronchus ausgestattete Seite besitzt immer das stärkere Kaliber.

Die meisten Stammbronchen verengern sich, sobald sie anfangen, Seitenäste abzugeben, wenn gleich mit sehr verschiedener Energie. Vorherige Erweiterungen kommen nur ausnahmsweise vor (Bradypus, Ornithorhynchus). Häufiger bleibt das Kaliber von dem eparteriellen Seitenbronchus unberührt, so dass seine Abnahme erst durch die hyparterielle Zone eingeleitet wird. Dafür tritt sie dann bisweilen so plötzlich und gewaltsam auf, dass ein auffälliger Gegensatz zwischen dem geräumigen Anfangsstücke und der kümmerlichen Fortsetzung entsteht. Die Lemuren (Taf. IV, Fig. 7) und das Stachelschwein (Taf. VI, Fig. 12) sind hierfür in erster Linie zu nennen. Gerade das Gegentheil bietet Cynailurus, bei welchem der Stammbronchus auch fernerhin eine auffällige Weite behauptet. Von solchen mehr vereinzelten Vorkommnissen abgesehen, vollzieht sich der Abfall im allgemeinen ziemlich gleichförmig, wenn auch keineswegs immer beiderseits symmetrisch. Offenbar spielen hierbei mancherlei individuelle, mehr oder weniger zufällige Verhältnisse mit, die sich vor der Hand nicht übersehen lassen. Ein durchgreifender Unterschied nach Ordnungen oder nach Lebensweise scheint nicht vorhanden zu sein. Das Maass der eintretenden Verengerung ist ein sehr verschiedenes. Selbst einander nahe verwandte Thiere, wie Löwe und Hauskatze oder wie Kaninchen und Hase, können in auffälliger Weise von einander abweichen. Wie weit wir es dabei vielleicht nur mit individuellen Thatbeständen zu thun haben, müssen vermehrte Messungen entscheiden. Soviel steht aber schon jetzt fest, dass der Bronchialbaum hinsichtlich seines Kalibers einer auffälligen Differenzirung zugänglich ist, die, wo sie auftritt, nicht zufällig sein kann, sondern mit anderweitigen Eigenschaften des Respirationsapparates im Zusammenhange stehen muss. Ein noch völlig jungfräuliches Gebiet liegt hier der Forschung offen.

Zur Veranschaulichung der hauptsächlichsten Typen stelle ich einige besonders charakteristische Einzelfälle zusammen, indem ich, um dem störenden Einfluss des verschiedenen Weitenverhältnisses zwischen den beiderseitigen

Stammbronchen und der Trachea zu begegnen, die Querschnitte eines jeden von ihnen auf den zugehörigen Anfangswerth zurückführe (Fig. 6).

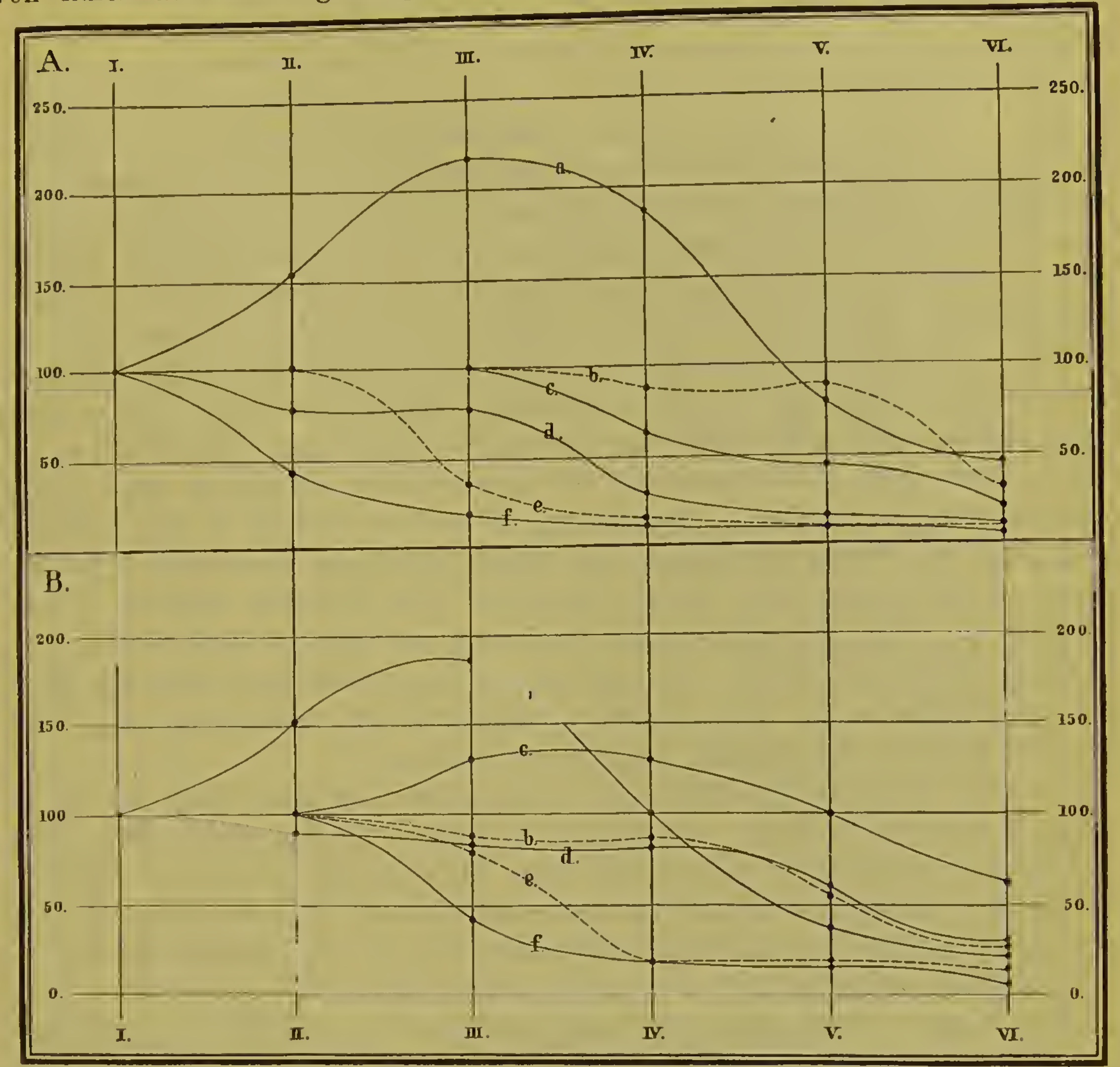


Fig. 6. Kaliber des rechten (*A*) und linken (*B*) Stammbronchus in Procenten ihres Anfangswerthes. I, Wurzel des Stammbronchus; II, eparterieller Seitenbronchus; III—VI, erster bis vierter Ventralbronchus. — *a*. Bradypus tridactylus; *b*, Cynailurus guttata; *c*, Ornithorhynchus paradoxus; *d*, Elephas africanus; *e*, Lemur mongoz; *f*, Felis leo.

	Rechter Stammbronchus						Linker Stammbronchus					
	am Ursprunge aus der Trachea	unter dem Ursprunge des eparteriellen Bronchus	unter dem Ursprunge der hyparteriellen Bronchen 1	2	3	4	am Ursprunge aus der Trachea	unter dem Ursprunge des eparteriellen Bronchus	unter dem Ursprunge der hyparteriellen Bronchen 1	2	3	4
Bradypus tridactilus	100	153.9	215.5	184.7	76.9	43.1	100	153.9	184.7	100.0	38.3	23.1
Ornithorhynchus paradoxus . .	100	100.0	100.0	62.6	43.8	18.8	100	—	130.0	130.0	100.0	61.0
Cynailurus guttata	100	—	100.0	88.7	88.7	30.3	100	—	88.1	88.1	56.1	24.8
Lemur mongoz .	100	100.0	35.0	15.0	9.9	9.0	100	—	81.1	18.7	18.7	12.4
Elephas africanus	100	77.6	77.6	27.2	16.1	10.2	100	91.2	82.3	82.3	59.6	29.8
Felis leo . . .	100	44.8	20.6	12.2	10.3	7.1	100	—	41.2	18.2	15.9	5.9

Für die Seitenbronchen haben wir einige bemerkenswerthe Erscheinungen zu verzeichnen. Ihr Kaliber ist mit wenigen Ausnahmen ansehnlich geringer als dasjenige der zugehörigen Strecke des Stammbronchus und bekundet dadurch ohne weiteres ihren untergeordneten Rang. Die hyparteriellen Zweige folgen einem einheitlichen Gesetze. Ihre Stärke wird in absteigender Richtung geringer. Nur selten übertrifft ein tiefer entspringender Zweig seinen Vorgänger an Umfang. Der eparterielle Zweig verräth auch in diesem Punkte seine Sonderstellung. Wohl ist er meistentheils erheblich umfangreicher als sein Nachbar, doch kann er ihm auch gleich werden oder selbst hinter ihm zurückbleiben. Besondere Erwähnung verdienen in dieser Hinsicht die Monotremen und Auchenia, bei denen es ganz so aussieht, als schickte er sich an, rudimentär zu werden, und dadurch sein völliges Verschwinden vorzubereiten. Der Wegfall des eparteriellen Zweiges am Stammbronchus, sei es, dass er überhaupt gänzlich zu Grunde geht, sei es, dass er dem Stamm der Luftröhre einverleibt wird, lässt die Entwicklung der hyparteriellen Zweige in vielen Fällen gänzlich unberührt (Rodentia, Insectivora), in anderen bedingt er eine auffällige Steigerung der Stärke des ersten von ihnen (Carnivora, Prosimiae, Primates). Dieser erreicht gerade unter diesen Umständen seine höchsten relativen Werthe, indem er dem Stammbronchus selbst ebenbürtig zur Seite zu treten vermag. Es ist daher nichts natürlicher, als dass gerade hier, wenn man nicht das Ganze des Bronchialbaums im Auge behält, Irrthümer in der Auffassung nahe liegen und dichotomische Theilungen vorgetäuscht werden.

Wo die Seitenäste der Zahl nach symmetrisch auftreten, thun sie es gewöhnlich auch im Kaliber. Asymmetrie in ersterer Richtung kann eine solche in letzterer veranlassen, indem der erste hyparterielle Zweig den fehlenden eparteriellen gleichsam virtuell in sich aufnimmt und eine entsprechende Vergrösserung eingeht. Des bessern Verständnisses wegen mögen wiederum eine Anzahl besonders scharf ausgesprochener Einzelfälle aus der Gesammttabelle herausgegriffen werden. Wir halten uns dabei, um einen unmittelbaren Vergleich zwischen den rechts- und linksseitigen Bronchen zu ermöglichen, an die nach einer gemeinsamen Grundzahl, der Weite des Trachealstammes, berechneten Werthe.

Relative Weite der Seitenbronchen in Procenten der Stammweite der Trachea.

	Rechte Lunge					Linke Lunge				
	Epart. Bronchus	Hyparterielle Bronchen				Epart. Bronchus	Hyparterielle Bronchen			
		1	2	3	4		1	2	3	4
Bradypus tridactylus	17.8	17.8	17.8	17.8	10.7	17.8	17.8	17.8	7.1	0.7
Phoca groenlandica .	22.6	13.4	13.4	13.4	7.1	22.6	13.4	13.4	9.9	7.1
Delphinus delphis .	19.4	13.1	7.8	5.7	4.1	23.1	10.2	7.8	7.8	4.1
Auchenia lama . .	21.1	13.7	13.7	7.4	0.9	7.4	13.7	7.4	0.9	3.2
Ornithorhynchus paradoxus	7.2	25.0	7.2	10.7	7.2	—	10.7	7.2	10.7	10.7
Antilope gutturosa .	22.7	14.4	10.9	8.1	3.7	—	14.4	14.4	8.1	2.0
Erinaceus europaeus	18.8	18.8	12.5	12.5	5.0	—	18.8	18.8	12.5	12.5
Felis leo	20.0	11.6	5.5	2.2	1.6	—	23.9	3.6	4.5	2.9
Lemur mongoz . .	46.4	17.8	7.1	2.9	0.7	—	46.4	7.1	2.9	0.7
Pithecus satyrus .	21.5	36.2	11.3	0.5	0.5	—	36.2	21.5	15.8	11.3
Hystrix cristata . .	—	41.6	18.2	4.5	2.0	—	51.3	13.0	6.5	4.5

Alle diese Fälle bedürfen nicht erst der Erläuterung. Sie sprechen an und für sich deutlich genug. Nur darauf sei besonders hingewiesen, wie bei Lemur, Satyrus und Hystrix die eigenartige Gestaltung des Stammbronchus in der auffälligen Betonung der ersten Seitenbronchen ihren Widerhall findet. Man könnte füglich von einer örtlichen Hypertrophie des Anfangstheiles des Bronchialbaumes auf Kosten des Endabschnittes reden.

Ich habe noch an einige andere Bronchen den Maassstab gelegt, glaube mich aber bezüglich der Erfolge auf einen Gesammtbericht beschränken zu dürfen. Der Herzbronchus ist gewöhnlich schmächtiger als sein hyparterieller Stamm, doch kann er ihm völlig ebenbürtig werden. Beim Orang nimmt er an dessen ungewöhnlicher Ausweitung Theil. Die dorsalen Seitenbronchen kommen bei den Delphinen und auch sonst wohl hin und wieder den ventralen an Wurzelumfang völlig gleich. In der Regel stehen sie indess mindestens um $^1/_4$ oder $^1/_3$ hinter ihnen zurück. Weiter in Einzelheiten einzutreten bietet nach keiner Seite hin Interesse.

b. Gesammtkaliber des Bronchialbaums.

Wohl mehr aus theoretischen Voraussetzungen als auf Grund thatsächlicher Erfahrungen wird angegeben, dass mit der Verzweigung der gröbern Luftwege eine Erweiterung ihrer Gesammtbahn verbunden sei. In welchem Umfange dies geschehen soll, finde ich nirgends verzeichnet. Wir besitzen in wohl gelungenen Metallausgüssen ein erwünschtes Material, um diese jedenfalls nicht unwichtige Frage einer Lösung entgegenzuführen. Aus dem Kaliber der Seitenbronchen und aus demjenigen der zugehörigen Abschnitte des Stammbronchus lässt sich für jedes beliebige Segment des Bronchialsystems das Verhältniss zwischen dem Anfangs- und dem Endkaliber feststellen. Halten wir uns dabei an die natürlichen Stockwerke, wie sie durch die ventralen Seitenbronchen geschaffen werden, so ist bei einem jeden von ihnen zwischen der obern und untern Weite zu unterscheiden. Jene wird durch den vom höher gelegenen Stockwerke herabziehenden Stammbronchus, diese durch dessen Fortsetzung zum tiefern Stockwerke und sämmtliche vom eigenen Stockwerke gelieferten Seitenzweige bestimmt. Wir betrachten die verschiedenen Stockwerke zuerst einzeln für sich, indem wir sie auf ihr absolutes Anfangs- und Endkaliber in Quadratmillimetern sowie auf den jeweiligen Werth des letztern in Procenten des erstern untersuchen. Die Differenz beider Grössen soll in den Tabellen gleichfalls namhaft gemacht werden.

Absolutes Anfangs- und Endkaliber der einzelnen Bronchialstockwerke in Quadratmillimetern.

	Eparterielles Stockwerk			Hyparterielle Stockwerke											
				1			2			3			4		
	Oben	Unten	Diff.	Oben	Unten	Diff.	Oben	Unten	Diff.	Oben	Unten	Diff.	Oben	Unten	Diff.
I. Rechte Lunge.															
Equus caballus	1031	1085	+ 54	908	1065	+157	661	683	+22	347	615	+268	201	394	+193
Capra hircus	—	—	—	154	212	+ 58	154	191	+37	133	166	+ 33	95	117	+ 22
Lepus timidus	50	41	— 9	28	51	+ 23	28	34	+ 6	24	35	+ 11	24	33	+ 9
Coelogenys Paca	44	48	+ 4	38	48	+ 10	38	49	+11	24	22	— 2	16	20	+ 4
Phoca vitulina	95	129	+ 34	79	115	+ 36	87	95	+ 8	57	69	+ 12	44	67	+ 23
Canis familiaris	154	145	— 9	95	107	+ 12	79	132	+53	64	58	— 6	38	43	+ 5
Felis catus	16	20	+ 4	13	16	+ 3	13	17	+ 4	10	7	— 3	3	5	+ 2
Cynocephalus babuin	33	32	— 1	22	33	+ 11	20	18	— 2	10	10	0	—	—	—
Troglodytes niger	28	33	+ 5	20	23	+ 3	16	30	+14	13	19	+ 6	13	16	+ 3
II. Linke Lunge.															
Equus caballus	908	1189	+281	962	1011	+ 49	661	683	+22	380	532	+152	177	267	+ 90
Capra hircus	—	—	—	154	215	+ 61	177	171	— 6	113	152	+ 39	79	84	+ 5
Lepus timidus	38	38	0	38	41	+ 3	28	37	+ 9	20	32	+ 12	20	31	+ 11
Coelogenys Paca	33	33	0	33	53	+ 20	33	47	+14	20	21	+ 1	13	14	+ 1
Phoca vitulina	87	123	+ 36	79	107	+ 28	79	93	+14	50	59	+ 9	28	38	+ 10
Canis familiaris	95	95	0	95	117	+ 22	79	88	+ 9	50	55	+ 5	28	43	+ 15
Felis catus	13	13	0	13	14	+ 1	7	12	+ 5	7	9	+ 2	5	7	+ 2
Cynocephalus babuin	24	24	0	24	33	+ 9	20	23	+ 3	13	10	— 3	7	10	+ 3
Troglodytes niger	24	24	0	24	33	+ 9	20	28	+ 8	16	18	+ 2	—	—	—

Relatives Anfangs- und Endkaliber der einzelnen Bronchialstockwerke in Procenten des Anfangskalibers.

	Oben	Unten	Diff.	Oben	Unten	Diff.	Oben	Unten	Diff.	Oben	Unten	Diff.	Oben	Unten	Diff.
I. Rechte Lunge.															
Equus Caballus	100	105	+ 5	100	117	+ 17	100	103	+ 3	100	177	+ 77	100	196	+ 96
Capra hircus	—	—	—	100	137	+ 37	100	124	+24	100	125	+ 25	100	123	+ 23
Lepus timidus	100	82	— 18	100	182	+ 82	100	122	+22	100	146	+ 46	100	138	+ 38
Coelogenys Paca	100	109	+ 9	100	125	+ 25	100	129	+29	100	92	— 8	100	125	+ 25
Phoca vitulina	100	136	+ 36	100	146	+ 46	100	109	+ 9	100	121	+ 21	100	152	+ 52
Canis familiaris	100	94	— 6	100	113	+ 13	100	167	+67	100	91	— 9	100	117	+ 17
Felis catus	100	125	+ 25	100	123	+ 23	100	131	+31	100	70	— 30	100	167	+ 67
Cynocephalus babuin	100	97	— 3	100	150	+ 50	100	90	—10	100	100	0	—	—	—
Troglodytes niger	100	118	+ 18	100	115	+ 15	100	188	+88	100	146	+ 46	100	123	+ 23
II. Linke Lunge.															
Equus Caballus	100	131	+ 31	100	105	+ 5	100	103	+ 3	100	140	+ 40	100	150	+ 50
Capra hircus	—	—	—	100	139	+ 39	100	96	— 4	100	135	+ 35	100	107	+ 7
Lepus timidus	100	100	0	100	108	+ 8	100	132	+32	100	160	+ 60	100	155	+ 55
Coelogenys Paca	100	100	0	100	161	+ 61	100	143	+43	100	105	+ 5	100	108	+ 8
Phoca vitulina	100	142	+ 42	100	136	+ 36	100	118	+18	100	118	+ 18	100	136	+ 36
Canis familiaris	100	100	0	100	123	+ 23	100	111	+11	100	110	+ 10	100	154	+ 54
Felis catus	100	100	0	100	108	+ 8	100	171	+71	100	129	+ 29	100	140	+ 40
Cynocephalus babuin	100	100	0	100	137	+ 37	100	115	+15	100	77	— 23	100	143	+ 43
Troglodytes niger	100	100	0	100	137	+ 37	100	140	+40	100	113	+ 13	—	—	—

Es wäre entschieden thöricht, auf jede dieser Zahlen als solche ein absolutes Gewicht legen und aus allfälligen Verschiedenheiten sofort bindende Schlussfolgerungen ziehen zu wollen. Sie beanspruchen keinen andern als einen relativen Werth. Bei verschiedenen Individuen werden sie sicherlich nicht wenig verschieden lauten. Trotzdem geben sie uns in ihrer Gesammtheit über denjenigen Punkt, auf dessen Erledigung es uns allein ankommt, untrüglichen Aufschluss. Sie zeigen uns, wie, bis auf sehr wenige, vielleicht nur zufällige Ausnahmen, jedes Stockwerk des Bronchialbaums nach unten hin eine oft nur geringfügige, oft aber auch sehr ansehnliche Erweiterung eingeht und somit in seinen räumlichen Verhältnissen einem aufrechten Kegel verglichen werden kann. Schon aus der Idee des Bronchialbaums ist mit Wahrscheinlichkeit abzuleiten, dass die aufeinanderfolgenden Stockwerke in absteigender Richtung allmählich, wenn gleich nicht in ganz regelmässiger Weise, an Umfang verlieren. Die Zahlen erheben diese Wahrscheinlichkeit zur Gewissheit. Es bedarf daher der Bronchialbaum, wenn der besondere Gang seiner Erweiterung nach der Peripherie hin verständlich werden soll, noch einer besonderen Berechnung. Wir erhalten eine solche, wenn wir die Gesammtheit der unterhalb einer bestimmten Stelle des Stammbronchus entstehenden Verzweigungen mit jener hinsichtlich der Weite der Luftbahn in Beziehung bringen. Den natürlichen Vergleichungs- und Ausgangspunkt liefert der Ursprung aus der Trachea. Von ihm aus lässt sich, wenn wir von Stockwerk zu Stockwerk weiter schreiten, leicht nachweisen, ob und welcherlei Veränderungen die Weite der Luftwege nach der Peripherie hin erleidet. Die Rechnung ist eine einfache. Es sei a die anfängliche, a^1, a^2, a^3 u. s. w. die spätere, den einzelnen Stockwerken entsprechende Weite des Stammbronchus, und b, b^1, b^2, b^3 u. s. w. die Summe aller von einem Stockwerke gelieferten Seitenbahnen, so ergeben sich für die gesuchten Grössen folgende Formeln:

Centrale oder anfängliche Weite der Luftbahn: a.
Peripherische Weite bis zum epart. Bronchus: $a^1 + b$.
- - - - 1. hypart. Ventralbronch.: $a^2 + b^1 + b$.
- - - - 2. hypart. Ventralbronch.: $a^3 + b^2 + b^1 + b$.
- - - - 3. hypart. Ventralbronch.: $a^4 + b^3 + b^2 + b^1 + b$.
- - - - 4. hypart. Ventralbronch.: $a^5 + b^4 + b^3 + b^2 + b^1 + b$.

Mit andern Worten, um für eine beliebige Strecke des Bronchialbaums die Luftweite kennen zu lernen, hat man weiter nichts zu thun, als den bezüglichen Querschnitt des Stammbronchus mit den Querschnitten aller über ihm entspringenden Seitenäste zusammenzuzählen. Ausser der Wurzel beider Stammbronchen ist auch die dem eparteriellen Stockwerke der rechten Lunge links entsprechende Strecke meistentheils ohne Seitenast und daher an diesen Stellen die Weite des Bronchialbaums gleichbedeutend mit derjenigen des Stammbronchus. Die Rechnung liefert nachfolgende Werthe.

Absolutes Kaliber des Bronchialbaums in Quadratmillimetern.

	Rechte Lunge						Linke Lunge					
	Central am Ursprunge aus der Trachea	Peripherisch bis zu dem eparteriellen Bronchus	den hypart. Bronchen 1	2	3	4	Central am Ursprunge aus der Trachea	Peripherisch bis zu dem eparteriellen Bronchus	den hypart. Bronchen 1	2	3	4
Equus caballus	1031	1085	1242	1264	1532	1725	908	1189	1238	1260	1508	1502
Capra hircus	154	—	212	249	282	304	154	—	215	209	248	253
Lepus timidus	50	41	64	70	81	90	38	38	41	50	62	73
Coelogenys Paca	44	48	58	69	67.	71	33	33	53	67	68	69
Phoca vitulina	95	129	165	173	185	208	87	123	151	165	174	184
Canis familiaris	154	145	157	210	204	209	95	95	117	126	131	146
Felis catus	16	20	23	27	24	26	13	13	14	19	21	22
Cynocephalus babuin	33	32	43	41	41	—	24	24	33	36	33	36
Troglodytes niger	28	33	36	50	56	59	24	24	33	41	43	—

Relatives Kaliber des Bronchialbaums in Procenten seines Anfangskalibers.

	Rechte Lunge						Linke Lunge					
Equus caballus	100	105.2	120.4	122.6	148.6	167.3	100	131.0	136.4	138.7	166.1	165.4
Capra hircus	100	—	137.7	161.7	183.1	197.6	100	—	139.6	135.7	161.0	164.3
Lepus timidus	100	82.0	128.0	140.0	162.0	180.0	100	100.0	107.9	131.6	163.2	192.1
Coelogenys Paca	100	109.1	131.8	156.8	152.2	161.3	100	100.0	160.6	203.0	206.1	209.1
Phoca vitulina	100	135.7	173.7	182.1	194.7	219.0	100	141.4	173.5	188.5	200.0	211.5
Canis familiaris	100	94.2	101.9	136.4	132.5	135.7	100	100.0	123.2	132.6	137.9	153.7
Felis catus	100	125.0	143.7	168.7	150.0	162.5	100	100.0	107.7	146.1	161.5	169.2
Cynocephalus babuin	100	97.0	130.3	124.3	124.3	—	100	100.0	137.5	150.0	137.5	150.0
Troglodytes niger	100	117.8	128.5	178.5	200.0	210.7	100	100.0	137.5	170.8	179.2	—

Das Kaliber des Bronchialbaums wächst nach der Peripherie hin. Nur wenige Thiere (Hase, Hund und Affe) beginnen im eparteriellen Stockwerke der rechten Seite mit einer geringen Verengerung. Sonst geschieht die Veränderung gleich von Anfang an im Sinne einer fortschreitenden Zunahme. Das Tempo des Fortschrittes ist freilich kein gleichmässiges und fällt auch für die verschiedenen Bronchialbäume verschieden aus, ohne dass sich dafür bestimmte Gesetze formuliren liessen. Er kann selbst in einem oder zwei Stockwerken gänzlich zum Stillstand kommen. Von einem ausgesprochenen und bleibenden Rückschritte ist indessen nirgends die Rede. Ein typischer Unterschied zwischen rechter und linker Lunge ist nicht nachzuweisen.

Wir haben noch einen letzten Schritt zu thun, bevor wir die Kaliberfrage des Bronchialbaums als völlig abgeschlossen betrachten dürfen. Es gilt, die beiderseitigen Bronchialbäume in Eins zu verschmelzen und auf den einheitlichen Trachealstamm [1]) zu beziehen. So erst erhalten wir ein volles Bild der gesammten Luftbahn als Grundlage des Athmungsapparates.

1) Es ist darunter immer das unterste Ende der Trachea dicht oberhalb der beginnenden Theilung verstanden. Es erscheint diese Stelle schon deshalb für unsere Zwecke am geeignetsten, weil sie unter denselben äussern Verhältnissen, wie die Anfänge der Stamm-

Gesammtkaliber des Bronchialbaums in Quadratmillimetern.

	Stamm der Trachea	Central am Ursprunge aus der Trachea	Peripherisch bis zu				
			dem eparteriellen Bronchus	den hyparteriellen Bronchen			
				1	2	3	4
Equus caballus	1810	1939	2274	2480	2524	3040	3227
Capra hircus [1]	255	308	—	427	458	530	557
Lepus timidus	64	88	79	105	120	143	163
Coelogenys Paca	71	77	81	111	136	135	140
Phoca vitulina	154	182	252	316	338	359	392
Canis familiaris	177	249	240	274	336	335	355
Felis catus	28	29	33	37	46	45	48
Cynocephalus babuin	57	57	56	76	77	74	—
Troglodytes niger	38	52	57	69	91	99	—

Gesammtkaliber des Bronchialbaums in Procenten der Trachea.

	Stamm der Trachea	Central am Ursprunge aus der Trachea	dem eparteriellen Bronchus	1	2	3	4
Equus caballus	100	107.1	125.6	137.0	139.5	168.0	178.3
Capra hircus	100	120.8	—	167.3	179.6	207.8	218.4
Lepus timidus	100	137.5	123.4	164.1	187.5	223.4	254.7
Coelogenys Paca	100	108.4	114.1	156.3	191.5	190.1	197.2
Phoca vitulina	100	118.2	163.6	205.3	219.5	233.1	219.5
Canis familiaris	100	140.6	135.6	154.8	189.8	189.3	200.6
Felis catus	100	103.6	117.8	132.2	164.3	160.7	171.4
Cynocephalus babuin	100	100.0	98.2	133.3	135.1	129.8	—
Troglodytes niger	100	136.8	150.0	181.6	239.5	260.5	—

Ich habe diesen Zahlen kaum etwas beizufügen. Sie erfüllen in vollem Umfange die Erwartungen, welche das rechte und linke Bronchialsystem ein jedes für sich geweckt haben. Die gesammte respiratorische Luftbahn gewinnt in ihrer peripherischen Entfaltung an Weite. Gewöhnlich geschieht solches gleich von der Theilung der Trachea an. Nur Cynocephalus verschiebt den Vorgang auf etwas später. Lepus, und obwohl nur schüchtern auch Canis, lässt dem Schritte vorwärts einen solchen rückwärts folgen, freilich nur, um den entstehenden Ausfall an Raum sofort wieder und ausgiebig zu ersetzen. Das Gesetz der zunehmenden Erweiterung wird durch diese Besonderheiten nicht beeinträchtigt. Es besteht in vollem Umfange und widerlegt die Angaben von Sée [2]), wonach, wie er an einem Hunde und einem Schafe bestätigt zu haben glaubt, die Luftwege in ihrer Gesammtform nicht einem Trichter, sondern einem Cylinder entsprechen sollen.

---

bronchen steht und daher auch von allfälligen formverändernden Einwirkungen des heissen Metalls in ähnlicher Weise wie diese betroffen werden muss. Das relative Kaliber bleibt unter solchen Umständen natürlich unverändert.

1) Der Bronchialbaum der Ziege ist in Wirklichkeit um den Werth des eparteriellen Bronchus geräumiger. Letzterer musste, weil überall erst von der Theilungsstelle der Trachea an gerechnet wurde, unberücksichtigt bleiben. Bei einigen Artiodactylen (Rind, Hirsch) verjüngt sich die Luftröhre unterhalb des eparteriellen Bronchus bis zu ihrer Theilungsstelle sehr merklich. Bei andern verändert sich ihr Kaliber nicht.

2) Sée, Marc, Du calibre de la trachée et des bronches. Bulletin de l'Acad. de médecine. 2. Série. T. 7. No. 17.

Alle unsere bisherigen Mittheilungen über die Weite der Bronchialwege beschränken sich auf die primären Bronchen, wie sie aus dem Stammbronchus herauswachsen. Es ist wohl an und für sich wahrscheinlich, dass der von ihnen befolgte Typus auch für die weitere Verzweigung in Kraft bestehen bleibe und die Zunahme des Kalibers eine dauernde sei. Gewissheit erlangen wir indessen erst auf dem Boden der thatsächlichen Prüfung. Ich habe eine solche für eine Anzahl von Bronchialästen vorgenommen und stelle die Ergebnisse zusammen.

	Absolutes Kaliber in Quadratmillimetern		Summe der Seitenäste in Proc. des Stammes
	Stamm	Summe der Seitenäste	
Eparterieller Seitenbrochus des Pferdes . . .	177	359	203
Herzbronchus des Pferdes	177	258	146
Zweig vom hypart. Ventralbronchus des Pferdes .	64	83	130
Eparterieller Seitenbronchus des Hundes . . .	50	66	132
1. hyparterieller Ventralbronchus des Hundes . .	28	81	289
Eparterieller Seitenbronchus der Robbe . . .	44	98	223
2. hyparterieller Ventralbronchus der Robbe . .	33	55	167
3. hyparterieller Ventralbronchus der Robbe . .	24	41	171

Es ist überflüssig, die Zahlen zu vermehren, ist doch die Sachlage völlig klar. Der Bronchialbaum folgt in seinen secundären wie in seinen primären Verzweigungen denselben Gesetzen, im Kaliber nicht weniger als in der allgemeinen Form. Verbreiterung der Luftwege nach der Peripherie hin ist das Ziel, das unentwegt festgehalten wird. In derselben Richtung muss daher auch die Lebhaftigkeit der Luftströmung geringer werden, doch ist hier nicht der Ort, weiter auf physiologische Schlussfolgerungen einzutreten.

C. Lappenbildung der Lunge.

Die Lappenbildung war von jeher eine der auffälligsten, bei der bisherigen Lage der Dinge aber auch eine der undankbarsten Seiten der Lunge. Ein bestimmtes Prinzip schien dabei kaum in Frage zu kommen und die Herrschaft beinahe dem Zufalle überlassen zu sein. Die Kenntniss des Bronchialbaums führt uns auf einen ganz andern Standpunkt und verschafft uns die Möglichkeit, auch dieses anscheinend so launenhafte Getriebe thierischer Organisation auf ein allgemeines architectonisches Grundgesetz zurückzuführen. Es ist seit langem nachgewiesen, dass bei Säugethieren die verschiedenen Astbezirke des Bronchialsystems unter einander nicht anastomosiren, sondern völlig unabhängig neben einander bestehen. Damit verliert die Lappenbildung überhaupt jede prinzipielle Bedeutung. Sie tritt in dem morphologischen Aufbau des Organs gegenüber der Bronchialverzweigung gänzlich in den Hintergrund, ist es doch schliesslich von nur untergeordnetem Belange, ob zwei in sich gänzlich abgeschlossene Gewebemassen äusserlich durch einen neutralen Kitt zusammengehalten werden oder nicht. Dafür sprechen nicht allein theoretische, sondern

auch thatsächliche Gründe. Bei verschiedenen Individuen stehen benachbarte Lungenbezirke auf den allmähligsten Uebergangsstufen von völliger Freiheit bis zu vollständigstem Verschmolzensein und es ist daher überhaupt nicht selten fraglich, ob und von welchem Punkte an eine Lappenbildung soll angenommen werden. Dann ändern sich diese Zustände auch häufig unter dem Einflusse des Alters. Die Wiederkäuer zeigen uns, wie in der Jugend nur lose verbundene Abschnitte später zu äusserlich durchaus einheitlichen und schwer trennbaren Massen zusammensintern.

Der Entwicklungsgeschichte wird es vielleicht in Zukunft gelingen, die Bedingungen nachzuweisen, von denen eine grössere oder geringere Concentrirung des Lungengewebes abhängig ist. Zur Zeit liegt darüber tiefes Dunkel. Wir lassen uns vor der Hand an der Thatsache genügen, dass der Typus des Bronchialbaums durch die Lappenbildung in keiner Weise berührt wird und dass es sich, wo eine solche stattfindet, fürs Erste um weiter nichts handelt, als um eine durchgreifende Sonderung der einzelnen Seitenbronchen zugetheilten Gebiete.

Zwei Punkte verdienen bei diesem Zerstückelungsprocesse vor allem hervorgehoben zu werden. Derselbe beginnt ausnahmslos am obern Lungenende und bleibt hyparteriell stets auf die ventrale Seite beschränkt. In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle wird auch nur der erste ihrer Bronchen in Mitleidenschaft gezogen. Mir ist kein Fall bekannt, wo ein dorsaler Zweig eine derartige Rolle übernommen hätte. Diese blieben dem eigentlichen Lungenstamme ausnahmslos getreu und daher reicht derselbe dorsalwärts stets bis dicht an das eparterielle Gebiet hinan. Der Lungenstamm ist dasjenige, was man bisher den untern Lappen genannt hat. Er verdient indessen diese Bezeichnung in keiner Weise. Ein wirklicher Lappen stützt sich auf nie mehr als einen einzigen Seitenbronchus und schliesst namentlich auch keinen Theil des Stammbronchus ein. Beides trifft bei dem sogenannten untern Lappen nicht zu. Derselbe umspannt ausser dem Endstücke des Stammbronchus immer eine Mehrzahl von Seitenbronchen.

Von den Nebenbronchen erscheint nur der erste der ventralen Seite und auch dieser fast ausschliesslich in der rechten Lunge zu selbständiger Lappenbildung befähigt. Dafür macht er freilich von dieser seiner Eigenschaft einen recht auffälligen Gebrauch. Selbst bei sonst geringer Neigung zum Zerfalle hat die rechte Lunge viel häufiger die Anwesenheit als die Abwesenheit eines derartigen Lappens (Herzlappen, Lobus infracardiacus, Lobus impar) zu verzeichnen.

Als zungenförmiger Fortsatz des Lungenkörpers ist er nicht selten wenigstens virtuell vorhanden, zum Beispiel bei Elephas und Auchenia (Taf. II, Fig. 4). Einer kleinen Anzahl von Thieren fehlt er vollständig (Bradypus, Delphinus, Phoca, Hystrix, Pithecus, Troglodytes). Doppelseitig, rechts wie links, besitzt ihn in freiem Zustande, soweit meine Erfahrung reicht, nur Coelogenys Paca.

Es hat bei der Abspaltung von Lungensubstanz auf Grundlage von Seitenbronchen nicht immer sein Bewenden. Der Bezirk des einzelnen Bronchus kann dasselbe Prinzip wiederholen und den primären Lappen in secundäre, ja selbst tertiäre Abschnitte mehr oder weniger vollständig auflösen. Neben einander

bestehendeLappen sind daher nicht nothwendiger Weise gleichwerthig und die bisher übliche einfache Zahlenangabe ist morphologisch absolut werthlos. Die Natur des zu jedem Lappen gehörigen Bronchus ist allein maassgebend. Unterziehen wir von diesem Gesichtspunkte aus die von mir beobachteten Lungen einer Prüfung, indem wir diejenigen Seitenbronchen, von denen eine wirkliche Lappenbildung ausging, durch ein Kreuz hervorheben, die andern, die dem Lungenstamm verblieben, unbezeichnet lassen. Der Herzlappen gehört morphologisch zum ersten hyparteriellen Ventralbronchus. Seine Anwesenheit soll daher bei diesem durch einen Stern (*) hervorgehoben werden. Ich trage in die Liste nur völlig freie Lappen ein und lasse alle wenn auch nur in kurzer Strecke verwachsenen ausser Acht.

	Lappenbildung der									
	rechten Lunge					linken Lunge				
	Eparterieller Bronchus	Hyparterielle Bronchen				Eparterieller Bronchus	Hyparterielle Bronchen			
		1	2	3	4		1	2	3	4
1. Monotremata: Ornithorhynchus paradoxus, Echidna hystrix	—	x(*)	—	—	—	—	—	—	—	—
2. Marsupialia: Phascolomys Wombat, Macropus gigas, Hypsiprimnus leporinus,	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Macropus penicillatus	—	—(*)	—	—	—	—	—	—	—	—
Perameles fusciventer	—	x(*)	—	—	—	—	—	—	—	—
3. Edentata: Bradypus tridactylus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Dasypus niger	x	x	—	—	—	—	x	—	—	—
4. Cetacea: Delphinus delphis und phocaena	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5. Perissodactyla: Equus	—	—(*)	—	—	—	—	—	—	—	—
Tapirus americanus	—	x	—	—	—	—	—	—	—	—
6. Artiodactyla: Auchenia, Ovis aries	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cervus dama adult., Antilope	—	x	—	—	—	—	—	—	—	—
- - juv.	x	x(*)	—	—	—	—	x	—	—	—
Dicotyles torquatus; Cervus elaphus	—	x(*)	—	—	—	—	x	—	—	—
Sus scrofa, Capra hircus juv., Bos taurus juv.	x	x(*)	—	—	—	—	x	—	—	—
7. Proboscidea: Elephas	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8. Rodentia.										
Arctomys marmotta	x	x(*)	—	—	—	—	—	—	—	—
Lepus cuniculus und timidus	x	x(*)	—	—	—	—	x	—	—	—
Coelogenys Paca	x	x(*)	—	—	—	—	x(*)	—	—	—
Hystrix cristata	—	x	x	—	—	—	x	x	x	x
9. Insectivora: Erinaceus	—	x(*)	—	—	—	—	—	—	—	—
Talpa europaea	x	x(*)	—	—	—	—	—	—	—	—
10. Pinnipedia: Phoca vitulina und groenlandica	—	—	—	—	—	x	—	—	—	—
11. Carnivora: Lutra vulgaris, Viverra genetta, Herpestes galera, Mustela foina und putorius, Canis familiaris und lupus, Felis leo, domestica und lynx, Cynailurus guttata	x	x(*)	—	—	—	—	x	—	—	—
12. Chiroptera: Plecotus auritus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13. Prosimiae: Lemur catta und mongoz	x	x(*)	—	—	—	—	x	—	—	—
14. Primates:										
Pithecus satyrus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
- troglodytes	—	x	—	—	—	—	—	—	—	—
Cercopithecus sabaeus	—	—(*)	—	—	—	—	x	—	—	—
Cebus capucinus, Cynocephalus sphinx, Inuus cynomolgus und nemestrinus, Cercopithecus cephus und mona	x	x(*)	—	—	—	—	x	—	—	—

Da die Art und Weise der Lappenbildung individuell nicht völlig unveränderlich ist, so kann der Inhalt der vorstehenden Uebersicht uns zunächst nur Beispiele liefern. Ich bin daher auch weit davon entfernt, in denselben den Ausdruck des für jede Art giltigen Typus erblicken zu wollen. Einige allgemeine Erwägungen lassen sich nichtsdestoweniger davon ableiten. Vor allem muss es auffallen, dass die Lappenbildung gerade dort die stärkste Beschränkung erleidet, wo der Bronchialbaum durch beiderseitige Entwicklung eparterieller Anhängsel die grösste Ausdehnung besitzt (Cetacea, Equus, Pinnipedia), und hinwiederum dort die geringste, wo diese eparteriellen Bestandtheile völlig verloren gehen (Hystrix). Die asymmetrische Mittelform sieht sich gewöhnlich im Besitze mehrerer Lappen, ist aber auch lappenlosen Ausnahmen nicht unzugänglich (Plecotus, Satyrus). Fehlen die Lappen bloss einer Seite, so ist es fast immer die rechte. Nur die Robben machen eine Ausnahme. Indessen scheint selbst diese nicht constant zu sein, da CUVIER[1]) ein gegentheiliges Verhalten angiebt.

Das eigentliche Lappengebiet reicht rechts wie links in der Regel nur bis zum ersten hyparteriellen Bronchus. Hystrix allein dehnt es weiter aus, rechts bis zum zweiten, links gar bis zum vierten Ventralbronchus. Meines Wissens ist dies der einzige Fall, wo die linke Lunge mehr als einen Hauptlappen aufzuweisen hat. Er ist eparteriell bei Phoca, sonst überall hyparteriell.

Sehr selten besitzt die rechte Lunge einen einzigen Lappen. Derselbe scheint dann immer hyparteriell, nie eparteriell zu sein (Macropus, Equus, Troglodytes, Tapirus). Gewöhnlich ist daneben wenigstens noch ein Herzlappen vorhanden (Ornithorhynchus, Echidna, Perameles, Dicotyles, Erinaceus). Einen besondern eparteriellen Lappen bringen neben den vorigen sehr viele Lungen zum Vorschein. Es ist sehr bemerkenswerth, dass dessen Verwachsung mit dem Lungenstamm oder dem fälschlich sogenannten untern Lappen hinter dem ersten hyparteriellen Lappen nicht nur bei sehr tiefer Lage des bezüglichen Bronchus (Monotremata, Erinaceus), sondern selbst dort stattfindet, wo dieser hoch oben an der Trachea wurzelt (Artiodactyla).

Der hyparterielle Lappen der rechten Seite liegt immer weit nach vorn geschoben. Nie reicht er bis zum Dorsalrande des ganzen Organs. Dieser gehört ausschliesslich dem eparteriellen Lappen und dem Stammtheile der Lunge an. Gleichviel, ob beide bloss zusammenschliessen oder wirklich unter einander verwachsen, so erzeugen sie eine keilförmige, nach vorn offene Nische zur Aufnahme für den hyparteriellen Lappen, während sich der Herzlappen hinter das Herz vorschiebt.

Ich verzichte darauf, in die secundäre Lappenbildung einzutreten. Sie ist sehr ausgeprägt bei Hystrix. Sonst pflegt sie namentlich dem ersten hyparteriellen Lappen der linken Seite eigen zu sein. Zweitheilung kennzeichnet ihn bei Raubthieren und Affen. Anfänge einer secundären Lappenbildung sind mir selbst dort vorgekommen, wo von einer primären keine Spur vorhanden war. Ich nenne in dieser Hinsicht die Beutelthiere (Taf. III. Fig. 6, links).

---

[1]) CUVIER, Anatomie comparée, Tome VII, p. 159. Paris 1840.

Im Ganzen und Grossen stimmen die Angehörigen der einzelnen Ordnungen bezüglich der Lappenbildung so ziemlich unter sich überein. Indessen kommen auch auffällige Verschiedenheiten vor. Man werfe nur einen Blick auf die Nagethiere und Primaten.

Die herkömmliche topographische Eintheilungsweise der Lungenlappen hat keinen morphologischen Werth. Die Lage ist eben kein Maassstab für die Stellung des einzelnen Lappens zum ganzen Organe. Die sogenannten obern Lappen entsprechen einander nur bei Hystrix, indem beide gleichwerthigen Ventralbronchen angehören. Sonst thun sie solches nirgends mehr, da der rechtseitige einem eparteriellen, der linksseitige einem hyparteriellen Bronchus aufsitzt und dieser somit erst in dem zweiten oder mittlern Lappen der rechten Seite seinen wirklichen Gegenpart findet. Der sogenannte untere Lappen gehört, wie schon früher hervorgehoben wurde, überhaupt nicht in die Reihe der Lappen. Er entspricht vielmehr den nach der Abbröckelung von solchen zurückgebliebenen Resten des Lungenstamms.

Der Lappenbildung weiter nachzugehen, hat für uns nichts Verlockendes. Es handelte sich ja wesentlich nur darum, das dabei leitende Prinzip klar zu legen. Das spezielle Gepräge, womit sie auftritt, ist ohne allgemeines Interesse und mag in einigen seiner wichtigsten Formen den Abbildungen auf Taf. I bis VI entnommen werden.

II. Der Bronchialbaum des Menschen.

Die Lunge des Menschen besitzt keinen eigenen Typus; sie gehört zu der bei den Säugethieren weit verbreiteten Formenreihe der Primaten (Taf. VI. Fig. 10). Die spezielle Wichtigkeit des Organs erfordert es, dass wir es gesondert behandeln und eine möglichst umfassende Vorstellung seiner Gestaltungsverhältnisse zu gewinnen suchen. Es ist dies um so nothwendiger, als die vergleichende Untersuchung in wichtigen Punkten die bisher geübte Anschauungsweise Lügen gestraft hat. Zudem hat auch diese auf dem ihr zugänglichen Boden keineswegs alle Arbeit gethan. Einige Wiederholungen mögen dem Bestreben, die Darstellung so viel als möglich abzurunden, zu Gute gehalten werden.

A. Allgemeine Formverhältnisse.

Wie bei den Säugethieren, so reichen auch beim Menschen die Stammbronchen nicht, der herkömmlichen Auffassung gemäss, bloss bis zur Lungenpforte, um sich dort in Aeste aufzulösen, sondern sie durchsetzen das Organ bis zu

seiner untersten, zwischen Wirbelsäule und Zwerchfell eingekeilten Spitze. Die übliche Dreitheilung der Lungenoberfläche ist daher wohl von empirischem, nicht aber von wissenschaftlichem Werth. Nach der Anordnung der Seitenbronchen sind nur zwei wirklich verschiedene Flächen vorhanden, eine äussere und eine innere. Jene kommt der seitlichen Brustwand, diese dem Mediastinum und dem Zwerchfelle gegenüber zu liegen. Sie zerfällt in Folge davon durch eine vorspringende Kante in die beiden bekannten Abschnitte.

Wir werden später die Gründe kennen lernen, welche beim Menschen den Stammbronchus in seinem Verlaufe weniger deutlich hervortreten lassen, als dies bei den meisten Thieren der Fall ist, und dadurch die völlig unrichtige Lehre von der dichotomischen Verzweigung der Luftwege verschuldet haben. Wer einmal den wahren Sachverhalt erkannt hat, wird ihn auch beim Menschen in jedem einzelnen Falle mit Sicherheit nachzuweisen vermögen (Fig. 7). Ein eparterieller Seitenbronchus kommt nur der rechten Lunge zu: der linken fehlt er. Es wäre von Interesse zu erfahren, ob bei Situs inversus auch hierin eine Umkehr der Dinge stattfindet. Die Angabe, dass dabei die linke Lunge dreilappig, die rechte nur zweilappig ist, scheint allerdings dafür zu sprechen, bietet indessen doch keine volle Gewähr. Das hyparterielle System ist immer beiderseitig symmetrisch. Rechts wie links umfasst es vier grössere Ventralbronchen, über deren untersten die Spitze des Stammbronchus mit kleinen unregelmässigen Seitenästen hervortritt. Die dorsalen Seitenbronchen bieten nichts Absonderliches. Sie sind verhältnissmässig schwach und stehen in der Regel tiefer als die ventralen. Nebenbronchen spielen nach Zahl und Umfang eine sehr bescheidene Rolle.

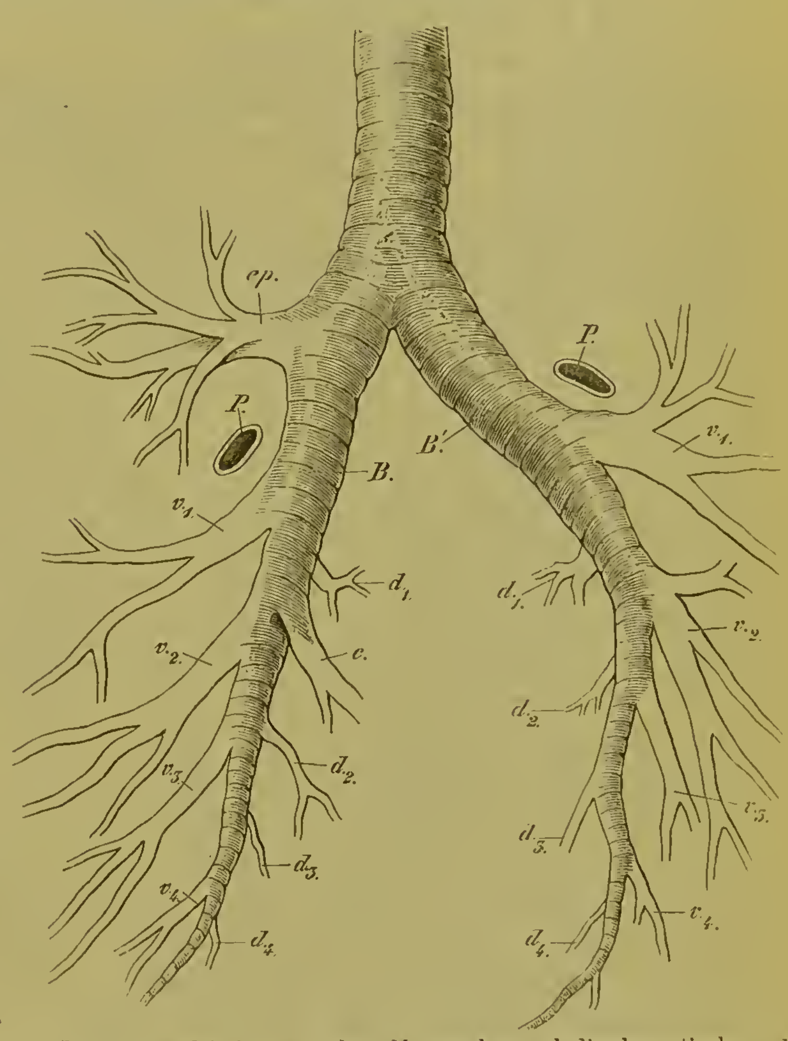


Fig. 7. Bronchialbaum des Menschen, halbschematisch nach einem Metallausguss. Trachea und Stammbronchen leicht schattirt, die Seitenbronchen hell. *B*, Rechter, *B'*, linker Stammbronchus. — *ep.*, eparterieller Seitenbronchus. — v^1, v^2, v^3, v^4, erster bis vierter hyparterieller Ventralbronchus. — d^1—d^4, erster bis vierter hyparterieller Dorsalbronchus. — c, Herzbronchus. — *P*, Arteria pulmonalis.

Ein einziger wird durch Beständigkeit des Vorkommens und Ausmaass des Kalibers bemerkenswerth. Er gehört der rechten Seite an und entspricht in jeder Beziehung genau dem Bronchus, der bei vielen Thieren den Herzlappen entwickelt. Er muss daher diesem als gleichwerthig angesehen werden, um so mehr als auch bei Orang und Schimpanse ähnliche Verhältnisse bestehen und Zweifel über die Aehnlichkeit ihres Bronchialbaums mit demjenigen von Affen mit selbständigem Herzlappen der Wirklichkeit gegenüber nicht Stand halten (Taf. V und VI. Fig. 9—11).

Bekanntlich werden die Lungenlappen in der Anatomie als unter einander gleichwerthig angesehen. Die linke Lunge erscheint gewöhnlich zweitheilig. Die Dreitheilung der rechten Lunge wird darauf zurückgeführt, dass einer der beiden Hauptlappen, und zwar nach der Ansicht der Einen der obere, nach der Meinung der Andern der untere, ein Stück seiner Masse zum mittleren Lappen abspaltet. Beiden Parteien gelten die beiderseitigen obern, sowie auch die entsprechenden untern Lappen als einander parallele Gebilde. Beide wandeln auf Irrwegen, wie aus der Stellung dieser sogenannten Lappen gegenüber dem Bronchialbaum ohne weiteres ersichtlich wird. Der obere rechte Lappen gehört dem eparteriellen, der obere linke dem ersten hyparteriellen Bronchus an, da ein Vertreter des eparteriellen Gebietes hier ja gar nicht vorhanden ist. Der gleiche hyparterielle Bronchus bildet rechts den mittlern Lappen und dieser wiederholt somit morphologisch den obern Lappen der linken Seite. Die Grössenverschiedenheit kommt dabei nicht in Betracht. Im Gegentheil ist es beinahe selbstverständlich, dass der rechtseitige Lappen mit geringeren Dimensionen vorlieb nehmen muss, da er gezwungen ist, sich in den Raum, der seinem linkseitigen Genossen ausschliesslich zur Verfügung steht, mit dem eparteriellen Lappen zu theilen. Wir werden übrigens später erfahren, dass selbst diese Grössenverschiedenheit nicht zu allen Zeiten eine so auffällige ist, wie es beim Erwachsenen der Fall zu sein pflegt. Den sogenannten untern Lappen geht, wie wir nachgewiesen haben, die Bedeutung von solchen überhaupt gänzlich ab. Sie sind der Grundstock des Organes, der für gewöhnlich der Zerklüftung in Lappen völlig fern bleibt. In ihnen sind ausser dem ersten Ventralbronchus alle hyparteriellen Bestandtheile des Bronchialbaums eingeschlossen. Auch der Herzbronchus fällt in ihren Bereich. Die nicht seltenen, von der Regel abweichenden Lappenbildungen erklären sich vom Standpunkte des Bronchialbaums aus von selbst und es ist überflüssig, darauf besonders einzugehen. Nur möchte ich nochmals mit aller Entschiedenheit betonen, dass eine richtige Auffassung und ein wirkliches Verständniss der Lappen ohne die Kenntniss ihrer Beziehung zum Bronchialbaum völlig undenkbar ist und dass es keinen anderen, als einen rein empirischen Werth hat, schlechtweg von ihrer Vermehrung oder Verminderung zu sprechen. Die Aehnlichkeit einer bloss zweilappigen rechten Lunge mit einer linken ist eine durchaus äusserliche und die wirkliche morphologische Unähnlichkeit um nichts geringer als bei einer dreilappigen. Ganz dasselbe gilt für eine dreilappige linke Lunge gegenüber einer rechten. Alle bezüglichen Angaben über Herstellung einer bilateralen Symmetrie sind daher für den Kern der Frage ohne Werth und dies um so mehr, als allem Anscheine

nach überzählige Lappen nicht einmal durch das Freiwerden gewöhnlich im untern Lappen eingeschlossener Gebiete von Seitenbronchen, sondern durch secundäre Parzellirung normaler Lappen entstehen. Sichere Aufschlüsse hierüber sind freilich nur von eigens darauf gerichteten Untersuchungen zu erwarten. Sie anzustellen, fehlte mir bisher die Gelegenheit. Die normale Lappenbildung der Lungen lässt sich in folgender übersichtlichen Formel darstellen.

	Rechte Lunge	Linke Lunge
eparterieller Bronchus . . .	Oberer Lappen	—
1. hyparterieller Ventralbronchus	Mittlerer Lappen	Oberer Lappen
Rest der hyparteriellen Ventralbronch., sämmtliche Dorsal- und Nebenbronchen	Unterer Lappen	Unterer Lappen

Wir schöpfen hieraus die sichere Ueberzeugung, dass es sich bei den beiden Lungen nicht bloss, wie man bisher geglaubt hat, um eine äusserliche Asymmetrie durch ungleiche Parzellirung gleichwerthiger Grundmassen, sondern um eine Asymmetrie dieser selbst handelt. Die rechte Lunge enthält ein Element mehr als die linke. Dasselbe entfaltet sich auf Kosten derjenigen Bestandtheile, die auch in der linken Lunge enthalten sind, und da es höher oben als diese dem Stammbronchus aufsitzt, so wird daraus ohne Weiteres verständlich, wesshalb der astlose Anfangstheil desselben, der Bronchus oder Luftröhrenast im herkömmlichen Sinn des Wortes, auf der rechten Seite kürzer ist, als auf der linken. Die bisherigen Erklärungen, wonach der linke Bronchus seine grössere Länge dem Umstande zu verdanken hat, dass seine Lunge durch das Herz (Bichat[1]), Rüdinger[2]) oder durch den Aortenbogen (Meyer[3]) seitlich zurückgedrängt wird, fallen damit von selbst dahin.

In der Stellung der grossen Gefässstämme zum Bronchialbaum scheint den Anatomen bisher der wichtigste Punkt gänzlich entgangen zu sein. Wenigstens hat keiner die gebührende Rücksicht darauf genommen. Ich halte es daher nicht für überflüssig, ganz besonders zu betonen, dass auch beim Menschen die Lungenarterie den Stammbronchus an einer ganz bestimmten Stelle seiner Aussenseite überkreuzt, um hinter ihm nach abwärts zu verlaufen, während sich die Hauptvenen an die Vorderseite halten. Erst in den seitlichen Abzweigungen schwindet die Strenge dieses Gesetzes. Daraus erklärt sich die von verschiedenen Schriftstellern hervorgehobene, von Rüdinger (a. a. O. S. 43) mit Unrecht bestrittene Thatsache, dass in der rechten Lungenwurzel der Bronchus höher liege, als die Art. pulmonalis. Letztere muss in der That von oben her durch den ersten Seitenbronchus gedeckt werden und es ist nur der für den obern Lappen bestimmte Arterienzweig, nicht aber der Arterienstamm selbst, der mit ihm in gleiche Höhe zu liegen kommt.

Mein Streben, in bisher noch ziemlich unbekannte Gebiete der Lungen-

---

1) Bichat, Anatomie descriptive. Paris, 1829. T. IV. p. 46.

2) Rüdinger, Topographisch-chirurgische Anatomie des Menschen. Stuttgart, 1873. S. 69.

3) H. Meyer, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 2. Aufl. Leipzig, 1861. S. 639.

Anatomie beim Menschen vorzudringen, verfolgte zwei Richtungen, einmal die genaue Topographie des Bronchialbaums nach Form und Anordnung seiner einzelnen Abschnitte festzustellen, dann aber auch über die Massenvertheilung des Organs auf verschiedenen Altersstufen Auskunft zu erhalten. Für die Anordnung des Stoffes behalte ich die bei den Thierlungen angenommene Reihenfolge bei.

B. Spezielle Formverhältnisse.

Auf die spezielle Gestaltung ihres Bronchialbaums sind von mir 12 Erwachsene (3 Weiber, 9 Männer) und zwei Neugeborne untersucht worden. Als Grundlage dienten sorgfältig erstellte und, soweit sich solches beurtheilen liess, fehlerfreie Metallausgüsse.

1. Lagerungsverhältnisse des Bronchialbaums.

a. Stammbronchen.

Der Verlauf der Stammbronchen ist beim Menschen nur ausnahmsweise ein einigermassen geradliniger. Meistentheils erscheint er bogenförmig mit medianwärts gerichteter Concavität, offenbar in Anpassung an die gewölbte Oberfläche des benachbarten Herzens. Der Bogen ist einfach Cförmig für den rechten, dagegen meistens deutlich Sförmig für den linken Bronchus, da hier oberhalb der Abgangsstelle des ersten Seitenbronchus gewöhnlich eine sehr rasch sich vollziehende, stärkere Ablenkung von der Medianebene nach links auftritt. Die typische Concavität nach rechts wird daher oberhalb des ersten Seitenbronchus gemeiniglich in die entgegengesetzte umgewandelt. Dem Grade nach zeigen diese Biegungen eine sehr grosse individuelle Mannigfaltigkeit und es ist sicher, dass dabei der Zustand des Herzens nach Lage und Umfang eine wesentliche, ja wohl in der Hauptsache entscheidende Rolle spielt. Ziemlich häufig gesellt sich zu dieser frontalen Biegung der Stammbronchen noch eine sagittale mit hinterer Concavität. Einer solchen erscheint besonders der linke Bronchus zugänglich, wie denn im allgemeinen bei ihm die Biegungen ein schärferes und ausgesprocheneres Gepräge besitzen, als bei seinem Genossen. Die in den Tafeln IX und X vorgeführten Fälle liefern hierzu die Belege und klären über den Thatbestand überhaupt wohl rascher auf, als dies die eingehendste Schilderung zu thun vermöchte.

Wir haben schon im Charakter der Biegungen wahrgenommen, dass zwischen den beiderseitigen Stammbronchen keine volle Symmetrie herrscht. Noch weniger ist dies der Fall, wenn wir die Neigung ins Auge fassen, mit der sie sich nach ihrem Ursprunge seitlich von der Medianebene entfernen. Es stehen mir darüber Messungsresultate zu Gebote, die gleichzeitig Aufschluss über den Divergenzwinkel der beiderseitigen Stammbronchen geben. Aus nahe liegenden Gründen beschränken wir uns auf die Anfangsstrecke vom Ursprunge aus der Trachea bis zur Abzweigung des ersten hyparteriellen Ventralbronchus,

also links des Bronchus für den obern, rechts desjenigen für den mittlern Lappen. Wo dieses Stück nicht gerade, sondern gebogen ist, sind natürlich zwei Bestimmungen, eine für den Neigungswinkel der obern, eine andere für denjenigen der untern Hälfte erforderlich. Aus beiden zusammen lässt sich eine mittlere Neigung construiren.

	Neigungswinkel des Stammbronchus zur Medianebene in Graden.						Differenz des linken zum rechten Neigungswinkel			Divergenzwinkel beider Stammbronchen		
	rechts			links								
	Oben	Unten	Mittel	Oben	Unten	Mittel	Oben	Unten	Mittel	Oben	Unten	Mittel
1) Weib von 36 Jahren	31	31	31	43	43	43	+ 12	+ 12	+ 12	74	74	74
2) - - 51 Jahren	20	20	20	52	52	52	+ 32	+ 32	+ 32	72	72	72
3) Mann unbekannten Alters	28	28	28	28	28	28	0	0	0	56	56	56
4) Mann von 35 Jahren	40	40	40	50	50	50	+ 10	+ 10	+ 10	90	90	90
5) Weib von 30 Jahren	21	21	21	33	40	36.5	+ 12	+ 19	+ 15.5	54	61	57.5
6) Mann unbekannten Alters	24	24	24	33	47	40	+ 9	+ 23	+ 16	57	71	64
7) Mann unbekannten Alters	16	16	16	23	60	41.5	+ 7	+ 44	+ 25.5	39	76	57.5
8) Mann von 34 Jahren	23	23	23	41	78	59.5	+ 18	+ 55	+ 36.5	64	101	82.5
9) - - 38 Jahren	23	23	23	41	49	45	+ 18	+ 26	+ 22	64	72	68
10) - - 44 Jahren	18	18	18	32	62	47	+ 14	+ 44	+ 29	50	80	65
11) - - 42 Jahren	46	19	32.5	46	68	57	0	+ 49	+ 24.5	92	87	89.5
12) - - 53 Jahren	25	18	21.5	32	66	49	+ 7	+ 48	+ 27.5	57	84	70.5
Mittel.	26,3	23,4	24,8	37,8	53,6	45,6	+11,5	+30,2	+ 20,8	64,1	77,0	70.4
	(16—46)	(16—40)	(16—40)	(23—52)	(28—78)	(28—59,5)	(0—32)	(0—55)	(0—36,5)	(39—92)	(56—101)	(56—90)
13) Neugebornes Kind	9	9	9	24	24	24	+ 15	+ 15	+ 15	33	33	33
14) - -	15	15	15	27	65	46	+ 12	+ 50	+ 31	42	80	61

Wir ersehen aus dieser Tabelle, dass für den rechtseitigen Bronchus die gerade, für den linkseitigen die gebogene Form die vorherrschende ist. Jener tritt nur zweimal (No. 11 und 12), dieser dagegen nicht weniger als 9 mal (No. 5—12 und No. 14) gekrümmt auf. Die Richtung dieser Krümmung ist dabei für beide Bronchen eine gleichsinnige mit der Concavität nach links, also im Widerspruche mit dem Gesetze der bilateralen Symmetrie. Die Neigung des rechten Bronchus zur Medianebene nimmt durch die Krümmung ab (um 27° in No. 11, um 7° in No. 12), diejenigen des linken dagegen zu (um 7° in No. 5, 8° in No. 9, 14° in No. 6, 30° in No. 10, 37° in No. 7 und 8, 38° in No. 14, 41° in No. 12 und 49° in No. 11). In beiden Fällen kann der grössere Winkel den kleinern um das Doppelte oder noch mehr seines Werthes übertreffen. Je grösser der Unterschied, um so stärker natürlich die Krümmung des Bronchialrohres.

Eine Vergleichung der beiderseitigen Winkel lehrt, dass Symmetrie der beiden Bronchen nur ausnahmsweise vorhanden ist. Ein einziger Fall (No. 3) folgt diesem Typus in voller Strenge. Ein anderer (No. 11) hält ihn nur eine Strecke weit ein, um dann um so entschiedener in den asymmetrischen umzuschlagen. Die Differenz beträgt für den Anfangswinkel 7—32, im Mittel 11,5, für den Endwinkel 10—55, im Mittel 30,2°. Für die gerade gedachten Bronchen stellt sich dieselbe auf 0—36,5 oder im Mittel 20,8°. Diese Werthe sind sicherlich schon an und für sich nicht zu unterschätzen, ihre Bedeutung tritt aber erst dann ins volle Licht, wenn wir sie mit der Grösse der Winkel selbst und mit dem Divergenzwinkel beider Bronchen in Verbindung bringen. Solches geschieht am zweckmässigsten in der Weise, dass wir den grössern Neigungswinkel in Prozenten des kleinern und die Differenz zwischen ihnen in Procenten des Divergenzwinkels beider Stammbronchen berechnen.

	Neigungswinkel des linken Stammbronchus zur Medianebene in Procenten des Neigungswinkels des rechten Stammbronchus.			Differenz des linken zum rechten Neigungswinkel in Procenten des Divergenzwinkels beider Stammbronchen.		
	Oben	Unten	Mittel	Oben	Unten	Mittel
1) Weib von 36 Jahren	139	139	139	16.2	16.2	16.2
2) - - 51 Jahren	260	260	260	44.4	44.4	44.4
3) Mann unbekannten Alters.	100	100	100	0	0	0
4) Mann von 35 Jahren	125	125	125	11.1	11.1	11.1
5) Weib von 30 Jahren	157	190	174	22.2	31.1	27.0
6) Mann unbekannten Alters.	138	196	167	15.8	32.4	25.0
7) Mann unbekannten Alters.	144	375	259	17.9	57.8	44.4
8) Mann von 34 Jahren	178	340	259	28.1	54.4	44.2
9) - - 38 Jahren	178	213	196	28.1	36.1	32.3
10) - - 44 Jahren	178	344	261	28.0	55.0	44.6
11) - - 42 Jahren	100	358	175	0	56.3	27.5
12) - - 53 Jahren	128	367	228	12.3	57.2	39.0
Mittel	144 (100—260)	229 (100—375)	184 (100—261)	17.9 (0—44.4)	39.5 (0—57.8)	29.5 (0—44.6)
13) Neugebornes Kind	267	267	267	45.4	45.4	45.4
14) - -	180	433	306	28.6	62.5	50.8

Die Zahlen sprechen deutlich genug. Der linkseitige Neigungswinkel erscheint individuell auf beinahe das Vierfache des rechtseitigen ausgeweitet und ihm durchschnittlich fast um das Doppelte (84 %) überlegen. Der Divergenzwinkel beider Bronchen kann über die Hälfte seines Werthes asymmetrisch nur der linken Körperhälfte zu Gute kommen lassen, so dass der rechtseitige Stammbronchus nahezu in die unmittelbare Verlängerung der Trachea zu liegen kommt. Ein derartiger Befund ist um so überraschender, als die anatomische Literatur im allgemeinen mit grosser Zuversicht in Wort und Bild die Behauptung verficht, dass der rechte Bronchus weniger steil verlaufe als der linke. Huschke, Cloquet, Hyrtl und Luschka ertheilen ihm eine mehr quere oder wagrechte, Quain-Hoffmann und Beaunis et Bouchard[1]) eine fast horizontale Richtung. In Wirklichkeit ist aber, wie aus unsern Zahlen mit Bestimmtheit hervorgeht, gerade das Gegentheil der Fall und muss es auch sein, sobald wir uns den Zusammenhang des empirischen Bronchus mit dem Stammbronchus und die Stellung dieses letztern zum Herzen vergegenwärtigen. Man braucht nur an der ersten besten Leiche das Mediastinum durch Entfernung der beiden Lungen von den Seiten her blosszulegen, um sich zu überzeugen, dass die Dinge sich so gestalten müssen, wie wir es dargethan haben, und dass der linke Bronchus eines viel weitern und steilern Bogens zur Umgehung des vom Mediastinum ihm gesetzten Hindernisses bedarf als der rechte. Die Erklärung für das Zustandekommen des so auffälligen Irrthums liegt wohl darin, dass einerseits bei der gewöhnlichen Präparationsweise der wirkliche Thatbestand überhaupt nicht gewahrt wird, andrerseits die höhere Lage der rechten Lunge unwillkürlich an eine entsprechende Höherstellung des bezüglichen Bronchus hat denken lassen. Zwar hebt schon Henle[2]) hervor, dass der rechte Bronchus wohl nur scheinbar der Kürze wegen weniger geneigt sei als der linke; indessen trifft diese Erklärung nicht zu gegenüber dem von uns gelieferten Nachweise, dass schon in diesem kurzen Stücke des empirischen Bronchus dexter die steilere Richtung ebenso deutlich und zweifellos zur Geltung kommt wie in dessen Fortsetzung bis zum ersten hyparteriellen, dem mittlern Lappen angehörigen Seitenaste. Uebrigens ist die Wahrheit nicht völlig verborgen geblieben, wenn gleich die anatomische Welt keine Notiz davon gewonnen hat. Vor allem ist da Engel[3]) zu nennen, der es mit aller Bestimmtheit ausgesprochen hat, dass der rechte Bronchus mehr in der Richtung der Luftröhre verlaufe, während der linke mit ihr den grössern Winkel bilde. Ebenso hebt Förster[4]) hervor, wie stumpfwinklig der erstere von der Trachea abgehe und wie dadurch das Eindringen von Fremdkörpern erleichtert werde. Endlich nennt auch Braune[5]) bei der Erklärung einer Tafel seines topographischen Atlas den linken Bronchus den weniger steilen, ohne dass jedoch aus der

---

1) Es handelt sich bei all diesen Autoren um deren Lehrbücher.

2) Henle, Handbuch der systematischen Anatomie. Braunschweig, 1866. Bd. II. S. 267.

3) J. Engel, Compendium der topografischen Anatomie. Wien 1859. S. 288.

4) A. Förster, Handbuch der pathologischen Anatomie. Leipzig, 1863. Bd. II. S. 308.

5) Braune, Topographisch-anatomischer Atlas. Leipzig, 1875. S. 97.

bezüglichen Stelle zu ersehen wäre, in wiefern er diesem Befunde eine allgemeinere Bedeutung zuschreibt. Den richtigen Thatbestand meldet in neuester Zeit KRAUSE[1]). Jedenfalls wird von nun an von einem steilern linken Bronchus bei überhaupt normalen Verhältnissen nicht mehr die Rede sein können, und damit ist eine erwünschte Uebereinstimmung der Anatomie mit der praktischen Medizin gewonnen, deren Erfahrungen bei der Laryngoscopie und beim Eindringen von fremden Körpern in die Luftwege sich wenig mit der bisher herrschenden, nun freilich auch als falsch erkannten Lehre vertragen wollten.

Man könnte vielleicht in die Beweiskraft der von mir verwendeten Metallausgüsse Zweifel setzen wollen. Auch liegt es auf der Hand, dass sie nur dann auf etwelche Glaubwürdigkeit Anspruch zu erheben haben, wenn eine gewisse Gewähr vorhanden ist, dass die bestehenden Verhältnisse durch das Gewicht des einströmenden Metalles entweder gar nicht oder doch nur in ganz unerheblichem Maasse verändert werden. Meines Erachtens liegt eine solche schon an und für sich in dem ganzen Aussehen des Bronchialbaums und in der grossen Regelmässigkeit seines Aufbaues, abgesehen davon, dass sich schwerlich ein Grund dafür finden liesse, weshalb der rechte Bronchus in ganz entgegengesetzter Weise von dem Metallgewichte beeinflusst werden sollte als der linke. Glücklicherweise besitzen wir in dem Bronchialbaum eines Erwachsenen (No. 8 der Zahlentabelle und Taf. IX. Fig. 20) einen Fall, der wohl geeignet ist, die aufgeworfene Frage unmittelbar und mit der wünschenswerthesten Bestimmtheit zu beantworten. Die linke Lunge eines 34jährigen Mannes enthielt in ihrem obern Lappen eine mit mehreren Bronchialröhren zusammenhängende Caverne, welche sich auf das Vollständigste mit Metall gefüllt hatte. Die Ausfüllungsmasse lag entschieden zu tief. Sie war nach vorn übergesunken. Ich lasse es dahingestellt, ob wir es hier mit einem durch den Krankheitsprozess herbeigeführten Zustande oder aber mit einer mechanischen Wirkung des zu einem mächtigen Klumpen angehäuften Metalles zu thun haben. Sei dem, wie ihm wolle, so verliert die Thatsache nicht an Werth, dass der betreffende Stammbronchus ausserhalb der Lunge seine Stellung nicht verändert hatte. Er verlief genau so, wie in den übrigen Lungen und seine in die Caverne eintretenden Nebenäste verliessen ihn in plötzlicher winkliger Abknickung. Darin liegt jedenfalls ein Beleg dafür, dass der Bronchialbaum in der Gegend der Lungenpforte fixirt ist, und zwar wohl offenbar durch jene von v. TEUTLEBEN[1]) genauer als Ligg. suspensoria diaphragmatis beschriebenen Bandstreifen des Mediastinum, die beiderseits von den untern Hals- und obern Brustwirbeln in Form verdickter Züge der Fascia praevertebralis entspringen, um seitlich vom Herzbeutel und in inniger Verbindung mit ihm nach abwärts bis zum Zwerchfelle zu ziehen, nachdem sie zuvor die Lungenwurzel gleichsam in sich eingeschaltet haben. Wir sind daher gewiss berechtigt, unsern Ausgüssen bezüglich ihrer Beweiskraft für normal bestehende Verhältnisse ein volles Vertrauen entgegenzubringen.

---

1) W. KRAUSE, Handbuch der menschlichen Anatomie. Hannover, 1879 Bd. II. S. 428.

1) v. TEUTLEBEN, Die Ligg. suspensoria diaphragmatis des Menschen. Archiv f. Anatomie und Physiologie. Anatom. Abth. 1877.

Verweilen wir schliesslich noch einen Augenblick bei der absoluten Grösse des Divergenzwinkels beider Stammbronchen. Wir begegnen einem Anfangswerthe von 39—92 (Mittel 64,1) und einem Endwerthe von 56—101 (Mittel 77,0) Graden. Der einheitliche Durchschnittswerth umfasst 56—90, im Mittel 70,4 Grade. Die individuelle Schwankung ist somit eine ungemein beträchtliche und wir gehen wohl kaum fehl, wenn wir hierfür wiederum in erster Linie das Herz verantwortlich machen, dessen Umfang nothwendigerweise für den gegenseitigen Abstand der beiden Lungen und somit auch die Divergenz der Stammbronchen von entscheidendem Einflusse ist. Im ganzen dürfen wir annehmen, dass mit der Verkleinerung des Herzens die Grösse des Divergenzwinkels ab-, mit der Vergrösserung zunimmt, abgesehen von andern krankhaften Einflüssen, wie Geschwülsten, Exsudaten u. s. w., die gelegentlich ebenfalls ins Spiel kommen mögen. Es wird Sache der Pathologie sein, darüber weitere Forschungen anzustellen. Auffallend klein ist der Divergenzwinkel bei den beiden Neugebornen. Für den Erwachsenen geht aus den obigen Zahlen jedenfalls so viel hervor, dass der mittlere Theilungswinkel der Luftröhre nicht, wie behauptet worden ist, ein stumpfwinkliger, ja nicht einmal ein rechtwinkliger, sondern ein spitzwinkliger ist, der allerdings dem rechtwinkligen nicht allzu ferne steht. Ein rechter Winkel wird nur individuell erreicht (No. 4, 8 und 11) und vielleicht auch da nur in Folge von Zuständen, die bereits als pathologisch angesehen werden müssen. Wir bewegen uns hier überhaupt auf einem Boden, wo es gerade für den Menschen schwer fällt, das bloss Individuelle von dem nicht mehr ganz Normalen zu scheiden. Auf alle Fälle bedürfte es dazu eines viel ausgiebigeren Materiales, als ein solches von mir konnte benutzt werden. Ausserdem wäre auf die spezielle Beschaffenheit sowie auf allfällige krankhafte Veränderungen der Brusteingeweide Rücksicht zu nehmen, eine Aufgabe, die vielleicht für den einen oder andern unserer pathologischen Anatomen nicht ganz ohne Reiz erscheinen dürfte. Mir ist es aus materiellen Gründen unmöglich, sie zu lösen. Durch glückliche Auswahl besonders charakteristischer Fälle liesse sich die Angelegenheit, wenigstens in ihren allgemeinen Grundzügen, möglicherweise mit verhältnissmässig geringem Aufwande an Zeit und Material erledigen.

Im Vergleiche zu den Thieren ist der bronchiale Divergenzwinkel des Menschen ein grosser zu nennen. Troglodytes allein vermag es ihm gleich zu thun. Alle übrigen bleiben weit zurück. Auffällig spitz war der Winkel des einen Neugeborenen. Ich muss es dahin gestellt sein lassen, ob darin die Andeutung wirklicher Altersverschiedenheiten zu sehen ist oder nicht.

b. Seitenbronchen.

Alle Seitenbronchen besitzen einen absteigenden Verlauf. Da ihre Steilheit nach unten hin zunimmt, so ist ihre Anordnung im allgemeinen eine fächerförmige. Das Anfangsstück des obersten rechts wie links steht nahezu quer, ja bisweilen steigt es selbst etwas nach aussen hin auf, bevor es die absteigende Richtung annimmt. Diese beiden Bronchen sitzen daher steil dem Stammbron-

chus auf, während alle andern entschieden spitzwinklig von ihm abgehen. Das nachfolgende Zahlenverzeichniss giebt darüber genauern Aufschluss.

Neigungswinkel zwischen Seitenbronchen und Stammbronchus in Graden.

	Rechte Lunge					Linke Lunge				
	Eparter. Bronchus	Hyparterielle Ventralbronchen				Epart. Bronchus	Hyparterielle Ventralbronchen			
		1	2	3	4		1	2	3	4
1) Weib von 30 Jahren	70	40	—	—	—	—	50	30	30	—
2) - - 36 Jahren	50	50	50	40	40	—	60	60	30	—
3) Mann unbekannten Alters	60	40	40	40	40	—	50	30	30	—
4) Mann von 42 Jahren	60	50	—	—	—	—	60	40	—	—
5) - - 34 Jahren	60	50	30	30	30	—	—	—	—	—
6) - - 35 Jahren	60	60	40	—	—	—	70	40	40	40
7) - - 53 Jahren	70	30	30	30	—	—	50	20	30	—
8) - - 44 Jahren	70	40	50	40	40	—	50	50	40	—
9) - - 38 Jahren	70	50	40	30	30	—	60	30	30	30
Mittel	63.3	45.6	40.0	35.0	36.0	—	56.3	37.5	33.0	35.0
	(50—70)	(30—60)	(30—50)	(30—40)	(30—40)	—	(50—70)	(20—60)	(30—40)	(30—40)

Hieraus wird sofort ersichtlich, wie die beiden obersten Seitenbronchen trotz der Verschiedenheit ihres morphologischen Werthes bezüglich der Neigung zum Stammbronchus übereinstimmende Verhältnisse darbieten. Der ihnen zugetheilte Winkel beträgt im Mittel ungefähr 60 Grad, während derjenige der übrigen Bronchialäste entschieden kleiner ist. Mannigfache individuelle Schwankungen kommen namentlich bei dem zweiten Seitenbronchus vor, der in den einen Fällen mit dem ersten den gleichen grossen Neigungswinkel theilt, in den anderen in auffälliger Schroffheit von ihm abbiegt (Taf. X, Fig. 22—25). Im ganzen bewegt sich die absolute Grösse der Neigungswinkel innerhalb der Grenzen, welche wir früher bei thierischen Lungen erhalten haben.

Wie die Seitenbronchen mit den Stammbronchen, so sind auch ihre eigenen Seitenäste in der Regel spitzwinklig mit ihnen verbunden. Von diesen verdient nun derjenige besonders hervorgehoben zu werden, der als der erste seiner weitern Genossen rechts von dem eparteriellen, links von dem ersten hyparteriellen Bronchus ausgeht, um in steil aufsteigendem Verlaufe zur Grundlage der beiden Lungenspitzen zu werden. Am eparteriellen Bronchus fällt seine Abgangsstelle meist genau mit dem Ursprunge des dorsalen Bronchialzweiges zusammen. Jener zerfällt daher ausgesprochen dreitheilig nach Art eines flachen Dreifusses, während sich der oberste Bronchus links einfach gablig auflöst, da bei ihm so wenig als bei den übrigen hyparteriellen Ventralbronchen ein bezüglicher Dorsalzweig vorhanden ist, dieser vielmehr als selbständiger Seitenast unmittelbar aus dem Stammbronchus hervorgeht. Der schon früher hinreichend entwickelte Charakter des rechtseitigen eparteriellen Bronchus bringt es mit sich, dass sein Ursprung gegenüber demjenigen der hyparteriellen Zweige etwas verschoben ist. Er kommt immer gerade nach aussen über die Mitte zwischen ihrer dorsalen und ventralen Reihe, also in die geradlinige Fortsetzung des absteigenden Theiles

der Lungenarterie zu liegen. Die Seitenansicht des Bronchialbaums bringt dieses nicht unwichtige Verhältniss am schönsten zur Geltung (Taf. X. Fig. 23 und 25).

Der ungetheilte Stamm der Seitenbronchen ist von verschiedener, individuell übrigens vielfachem Wechsel unterworfener Länge. Im Mittel aus 10 Erwachsenen betrug sie für den eparteriellen Zweig 11,3 (4—16) mm, für den ersten hyparteriellen links ungefähr ebensoviel, nämlich 12,6 (9—18), rechts mit 17 (13—21) mm beinahe die Hälfte mehr. An den übrigen Zweigen habe ich keine Messungen vorgenommen, weil hier ein deutlich abgesetztes Stammstück überhaupt nicht immer vorhanden ist.

Die Seitenbronchen des menschlichen Bronchialbaums liegen ebensowenig als diejenigen des thierischen in ein und derselben Ebene. Es herrschen in dieser Hinsicht beiderseits ähnliche Verhältnisse. Die obersten Bronchen umklammern ziemlich symmetrisch das Mediastinum von beiden Seiten her, die nachfolgenden legen sich flach nach aussen über das Zwerchfell hinweg. Der Bronchialbaum begrenzt somit wiederum die Hälfte eines schräg nach vorn aufsteigenden kegelförmigen Raums.

Wichtig für den Charakter des Bronchialbaums sind die Längenabstände, in denen sich die Ursprünge der Seitenbronchen theils von einander, theils von der Theilungsstelle der Luftröhre befinden. Ich stelle die bezüglichen absoluten Werthe in Millimetern zunächst zusammen, indem ich daran erinnere, dass als Grenzpunkte jeweilen der untere, weil schärfer eingeschnittene Rand der Bronchen gewählt ist. Als Länge der Trachea ist die Strecke zwischen ihrer Theilungsstelle und dem am Metallgusse scharf ausgeprägten Eingange zum Sinus vocalis angenommen. Jedenfalls ist physiologisch dies der Luftröhrenstamm, und zudem war an den Ausgüssen der Anfang der eigentlichen anatomischen Luftröhre nicht deutlich ausgeprägt.

	Länge der Trachea in mm	Abstand von der Theilungsstelle der Trachea in mm				
		rechts			links	
		Epart. Br.	Hyparterieller Ventralbronchus		Hyparterieller Ventralbronchus	
			I.	IV.	I.	IV.
1) Weib von 36 Jahren . .	?	3	35	83	43	98
2) - - 51 Jahren . .	115	21.5	44.5	?	37	?
3) Mann unbekannten Alters	?	23	48	?	50	101
4) - von 35 Jahren . .	135	20	43	?	53	101
5) Weib von 30 Jahren . .	118	19	38	?	53	?
6) Mann unbekannten Alters	136	24	46	95	51	110
7) - - -	134	25	47	?	51	?
8) - von 34 Jahren . .	118	20	43	102	47	97
9) - - 38 Jahren . .	122	15	36	85	43	105
10) - - 44 Jahren . .	115	21	44	99	54	107
11) - - 42 Jahren . .	126	28	56	?	58	?
12) - - 53 Jahren . .	135	34	51	?	48	109
Mittel	125.4	21.1	44.3	(92.2)	49	(103.5)
	(115—136)	(3—34)	(35—56)	(83—102)	(37—58)	(97—110)

Die fast vollständige Symmetrie der beiderseitigen hyparteriellen Gebiete ist ohne Weiteres ersichtlich. Sie wird nur dadurch etwas beeinträchtigt, dass die Seitenbronchen der linken Seite durchschnittlich um wenige Millimeter tiefer stehen, als diejenigen der rechten. Individuell kommen freilich Ausnahmen von dieser Regel vor, so bei dem 51jährigen Weibe (No. 2) für den ersten, bei dem 34jährigen Mann für den vierten hyparteriellen Bronchus. Die Entfernung des 1. Ventralbronchus von der Theilungsstelle der Trachea entspricht etwa dem dritten Theile ihrer Länge. Ein ebenso grosser Zwischenraum trennt ihn von dem vierten.

Am auffälligsten benimmt sich der bloss rechts vorhandene eparterielle Bronchus. Im Durchschnitt sehen wir ihn fast genau die Mitte zwischen der Trachea und dem 1. hypart. Ventralbronchus einnehmen, von beiden um beiläufig 2 cm entfernt. Wir sind um so mehr darauf angewiesen, diese Stellung als die typische anzusehen, als sie von allen Individuen unsrer Tabelle bis auf zwei eingehalten wird. Diese zwei fallen nun freilich gar sehr und dazu noch in entgegengesetzter Richtung ins Extrem. Der eine (No. 12. — Taf. X. Fig. 25) verlegt den betreffenden Bronchus tief nach unten in die Nähe des 1. hyparteriellen Astes, der andere (No. 1. — Taf. IX. Fig. 21) so weit nach oben, dass er mit der Trachea selbst zusammentrifft. Dass beide verschiedenen Geschlechtern angehören, ist wohl nur Laune des Zufalls. Wie verschieden dabei das Gepräge des Bronchialbaums ausfallen muss, liegt auf der Hand. Es kommt also individuell auch beim Menschen jene hohe Wanderungsfähigkeit noch zur Geltung, welche wir als auszeichnenden Charakter des eparteriellen Bronchus in der Thierwelt getroffen haben. Dieser hoch nach oben verschobene eparterielle Bronchus entspricht offenbar dem »accessorischen« Bronchus von Henle[1]) und ist Veranlassung geworden, dass neben der regelrechten Zweitheilung von einer abnormen Dreitheilung[2]) der Trachea geredet wird. Wie wenig beide Ausdrucksweisen dem wirklichen Sachverhalte entsprechen und wie sie nur geeignet sind, ganz irrige Vorstellungen zu wecken, bedarf nach allem, was bereits über die Architectur des Bronchialbaums gesagt worden ist, keiner weiteren Erörterung. Solche Fälle sind übrigens noch dadurch von besonderem Interesse, dass sie die Symmetrie der beiden hyparteriellen Gebiete auch für das ungeübte Auge mit besonderer Schärfe zur Geltung kommen lassen.

Der gegenseitige Abstand der hyparteriellen Aeste verdient gleichfalls erwogen zu werden. Ich habe dafür folgende absolute Werthe in mm erhalten.

---

1) Henle, Handbuch der systematischen Anatomie. 2. Bd. S. 268. Braunschweig 1866.

2) Förster, Handbuch der pathologischen Anatomie. 2. Bd. S. 310. Leipzig 1863. »Theilung der Trachea in drei Bronchialstämme, meist zwei rechte und einen linken, bei übrigens normal gebauten Individuen.« Sollte wirklich, wie das »meist« anzudeuten scheint, eine Abweichung von dieser Anordnung jemals vorgekommen sein? — Die Wahrscheinlichkeit ist nicht eben gross.

	Gegenseitiger Abstand der hypart. Bronchen in mm					
	Rechts			Links		
	1. u. 2. Br.	2. u. 3. Br.	3. u. 4. Br.	1. u. 2. Br.	2. u. 3. Br.	3. u. 4. Br.
1) Weib von 36 Jahren . .	22	7	19	23	6	26
2) Mann unbekannten Alters .	?	?	?	30	6	15
3) - von 35 Jahren . .	20	9	?	24	8	16
4) - unbekannten Alters .	21	13	15	26	7	26
5) - von 34 Jahren . . .	19	12	28	22	9	19
6) - - 38 Jahren . . .	20	16	13	26	17	19
7) - - 44 Jahren . . .	23	10	22	24	6	23
8) - - 53 Jahren . . .	25	25	?	27	10	24
Mittel	21.4 (19—25)	13.1 (7—25)	19.4 (15—28)	25.4 (22—30)	8.6 (6—17)	21.0 (15—26)

Die vier hyparteriellen Bronchen theilen sich nicht gleichmässig in den ihnen zugewiesenen Raum. Die beiden mittleren sind nicht unerheblich näher zusammengerückt, obwohl auch hier der Individualität ein weiter Spielraum gelassen ist. Der mittlere gegenseitige Abstand der beiden obersten hyparteriellen Bronchen rechts ist gleich der Entfernung des ersten von ihnen vom eparteriellen Seitenaste.

An den Metallausgüssen, denen die obigen Mittheilungen entnommen sind, war die absolute Länge der Stammbronchen nicht mit Sicherheit zu erkennen. Wir mussten daher auf die procentischen Berechnungen verzichten, welche wir früher bei Thieren durchgeführt haben. Diese unliebsame Lücke auszufüllen, sollen noch in Kürze die Ergebnisse an einer frischen Lunge im Anschlusse an die für die Primaten gewonnenen mitgetheilt werden.

Maassverhältnisse des Stammbronchus in Procenten seiner Stammlänge.

	Absolute Länge des Stammbronchus in mm		Rechte Lunge			Linke Lunge		
			Epart. Abschnitt	Hyparterieller Abschnitt		Epart. Abschnitt	Hyparterieller Abschnitt	
	rechts	links	Trachea bis 1. Ventralbr.	1.—4. Ventralbronchus	4. Ventralbr. bis Ende	Trachea bis 1. Ventralbr.	1.—4. Ventralbronchus	4. Ventralbr. bis Ende
Mensch	185	192	28.9	32.9	38.2	29.7	33.8	36.5
Primates: Cebusete.	—	—	19.3 (15—22)	43.2 (38—51)	37.5 (29—44)	19.5 (16—23)	38.7 (34—44)	41.8 (36—48
Pithecus	—	—	25.3 (23—28)	36.5 (35—38)	38.1 (37—39)	29.5 (28—31)	29.4 (25—34)	41.0 (35—47)

Die Uebereinstimmung des Menschen mit den Anthropomorphen (Pithecus) im Unterschiede von den übrigen Primaten ist augenscheinlich. Weniger vollkommen lässt sich eine solche für einige andere Beziehungen nachweisen. So scheint die auffällig gedrängte Stellung der mittlern Ventralbronchen dem Menschen eigenthümlich zu sein. Hinsichtlich des eparteriellen Bronchus haben wir die Anthropomorphen selbst uneins getroffen, indem sich Satyrus dadurch, dass er ihn verhältnissmässig weit nach oben verlegte, den niedern Primaten

anschloss. In diesem Punkte würde also nur Troglodytes dem Menschen zur Seite stehen. Dieser selbst kann aber hinwiederum, wenn auch nur in seltenen Ausnahmefällen, den übrigen Primaten näher treten, wie solches durch das bereits besprochene 36jährige Weib bewiesen wird.

2. Kaliberverhältnisse des Bronchialbaums.

In der frischen Lunge stösst die Bestimmung des Bronchialkalibers auf ziemliche Schwierigkeiten. Wir sind auch nur in sehr mangelhafter Weise darüber aufgeklärt, und doch handelt es sich hierbei um Verhältnisse, die für das Verständniss des Organs im gesunden wie kranken Zustande keineswegs als bedeutungslos dürften angesehen werden. Unsern Ausgüssen verdanken wir die erwünschte Gelegenheit, wenigstens theilweise die noch bestehenden Lücken auszufüllen und an einem ebenso treuen wie handlichen Materiale von ganz unveränderlicher Form Messungen in beliebiger Weise anzustellen. Der Ausguss führt uns das Lumen der einzelnen Bronchen verkörpert vor. Von einer übergrossen, künstlichen Erweiterung kann bei dem geringen Drucke, unter welchem das Metall einfliesst, wohl kaum die Rede sein und jedenfalls ist eine allfällige, daraus entspringende Fehlerquelle nicht grösser, als diejenige, welche sich aus der Schlaffheit der frischen und leeren Bronchialröhren für die Messung ergiebt. Zudem ist die Ausdehnungsfähigkeit der gröbern Bronchen, um die es sich hier allein handelt, eine sehr beschränkte. Ich habe übrigens nie unterlassen, auf den Zustand der Bronchialwandungen nach dem Ausgiessen ganz besonders zu achten, und dabei in keinem einzigen Falle eine stärkere Spannung derselben vorgefunden. Hinwiederum wurden aber auch nur solche Ausgüsse zur Verwendung gezogen, welche durch die Skulptur ihrer Oberfläche und getreue Wiedergabe der Zeichnung der Bronchialwand sich als vollkommen auszuweisen vermochten. Ich will hier gleich bemerken, dass sich die knorpligen Bronchialringe nur ausnahmsweise deutlicher abzeichnen. gewiss ein Beweis, dass von einem stärkern Drucke und daheriger unnatürlicher Ausweitung nicht die Rede sein kann. Dagegen kommen die Falten der Schleimhaut häufig mit grosser Deutlichkeit zum Vorschein. Nicht selten erschien der Ausguss der Stammbronchen sowohl als auch ihrer Seitenäste, zumal dem unteren Rande entlang, mit oft sehr zahlreichen, unregelmässig vertheilten, auf dünnen Stielen aufsitzenden Metallkügelchen perlenartig besetzt (Taf. X, Fig. 25 und Taf. IX. Fig. 20, besonders schön aber Taf. IX. Fig. 21). An der Trachea selbst habe ich sie nie gefunden und bei Thieren überhaupt gänzlich vermisst. Letzteres, sowie der Umstand, dass ihr Vorkommen auch beim Menschen ein sehr ungleichartiges zu sein pflegt, leistet der Meinung Vorschub, dass wir es hier nicht mit ganz normalen Bildungen zu thun haben. Sie entsprechen jedenfalls cryptenartigen Vertiefungen der Schleimhautoberfläche. Ob diese aber auf Erweiterungen normaler Schleimdrüsen oder auf wirkliche Neubildungen zu beziehen sind, darüber kann erst eine speziell darauf gerichtete Untersuchung Aufschluss verschaffen. Es scheint nicht, als ob man auf diesen Punkt bisher sonderlich geachtet hätte. Kliniker und pathologische Ana-

tomen, denen ich die Präparate vorlegte, waren wenigstens ebensowenig wie ich selbst im Stande, eine sichere Erklärung zu geben.

Der Querschnitt der gröbern Luftwege ist im allgemeinen rundlich oder leicht oval, nur ausnahmsweise in der einen Richtung etwas stärker zusammengedrückt. Ich benutzte daher zu seiner Bestimmung das Mittel, das sich jeweilen aus dem grössten und kleinsten Durchmesser ergab, indem ich mir den Querschnitt selbst auf Grund dieses Mittels kreisförmig dachte und darnach auf seinen Inhalt berechnete. Dass damit eine absolute Genauigkeit nicht erzielt werden kann, ist selbstverständlich, der in der Rechnung eingeführte Fehler aber auch so gering, dass er für unsere Zwecke gar nicht in Betracht kommt. Zudem ist nicht zu vergessen, dass es sich in der ganzen Angelegenheit überhaupt nicht um streng mathematische Zahlenbeweise handeln kann. Eine gewisse ideelle Abstraction wird ein für alle Mal nicht zu vermeiden sein. Bei der praktischen Bedeutung des Gegenstandes glaube ich neben den quadratischen Kalibern auch die einfachen linearen Durchmesser mittheilen zu sollen. Wir halten dabei Trachea, Stammbronchen und Seitenbronchen vorerst auseinander, um schliesslich sämmtliche Ergebnisse zu einem Gesammtbilde zu verschmelzen.

a. Einzelkaliber der Trachea und der Bronchen.

α) Trachea.

Ich habe von der Luftröhre vier Maasse genommen, eines zu oberst, wo sich ihr mehr cylindrischer Stammtheil aus dem kegelförmigen Raum des Kehlkopfes entwickelt, ein zweites zu unterst, wo sie am Ausgusse durch eine vordere und hintere Einfurchung zur Theilung sich anschickt. Zwei weitere Kaliber kommen in gleichen Abständen von einander und von den genannten Endpunkten zwischen diese zu liegen, das eine also an das Ende des ersten, das andere an das Ende des zweiten Drittels des ganzen Organs. Der Umfang desselben ist ein so ansehnlicher, dass es sich schon verlohnt, jeweilen zwei Durchmesser, den frontalen und den sagittalen, als solche zu verzeichnen, während wir uns bei den Bronchen mit dem Mittel begnügen werden. Alle Zahlen beziehen sich auf Millimeter.

	Absoluter linearer Durchmesser der Trachea in mm							
	am obern Ende		im ersten Drittel		im zweiten Drittel		am untern Ende	
	front.	sag.	front.	sag.	front.	sag.	front.	sag.
Weib von 36 Jahren .	?	?	?	?	19	18	19	18
Mann unbekannten Alters	16	16	18	20	21	23	20	22
- von 35 Jahren . .	14	15	14	14,5	16,5	17	22	18
Weib von 30 Jahren .	11	13	12	13	15	15	18	14
Mann unbekannten Alters	12	18	12	16	17	17	18	18
- von 34 Jahren . .	13	16	15.5	18	17	17	20	20
- - 38 Jahren . .	13	16,5	15	16,5	16,5	16	22	16
- - 44 Jahren . .	13	16,5	17	18	18	18	22	20
- - 42 Jahren . .	13	17	17,5	23	22	23	24	24
- - 53 Jahren . .	13	15	12	16	19	19	23	21
Mittel	13.1	16	14.7	17.2	18.1	18.3	20.7	19.1
	(11—16)	(13—18)	(12—18)	(13—23)	(15—22)	(15—23)	(18—24)	(14—24)

Die Durchmesser der Trachea wachsen stetig von oben nach unten hin und es ist daher nicht richtig, wenn HYRTL sie von der Mitte an wieder abnehmen lässt. Vom zweiten Dritttheile an stehen beide unter einander so ziemlich im Gleichgewicht, weiter oben tritt dagegen der frontale sehr zurück und die weiter unten cylindrische Trachea verschmälert sich zum sagittal gestreckten Ovale. Es ist nicht schwer, darin die Wirkung der Schilddrüse zu erkennen und es wird daher gerade in diesem Theile die Luftröhre in ihrer Form hauptsächlich durch dieses im Umfange so wandelbare Organ beeinflusst werden. Ich will nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, welch hohes Interesse eine genaue Untersuchung der Trachea auf Lage, Gestalt und Umfang bei hochgradigerer Entartung, wie namentlich bei Kropfbildung, vermittelst der Ausgussmethode bieten müsste. Die Verringerung des sagittalen Durchmessers gegen den Kehlkopf hin ist eine nur geringe (im Mittel 3 mm, gleich $^1/_6$ des anfänglichen Werthes), während diejenige des frontalen bis über 7 mm oder $^1/_3$ des Ausgangswerthes ansteigt.

Der Quadratinhalt der einzelnen Querschnitte gestaltet sich folgendermassen:

	Quadratinhalt der Trachea in mm			
	am obern Ende	im ersten Drittel	im zweiten Drittel	am untern Ende
Weib von 36 Jahren	?	?	266	266
Mann unbekannten Alters	189	284	380	347
- von 35 Jahren	165	159	220	314
Weib von 30 Jahren	113	123	177	201
Mann unbekannten Alters	177	154	227	255
- von 34 Jahren	165	222	227	314
- - 38 Jahren	170	191	206	284
- - 44 Jahren	170	241	255	347
- - 42 Jahren	177	321	394	453
- - 53 Jahren	154	154	284	380
Mittel	165 (113—189)	201 (123—321)	264 (177—394)	316 (201—453)

Das Quadrat bringt, wie zu erwarten, die Kaliberverhältnisse der Luftröhre in verschiedenen Höhen noch deutlicher zur Geltung als der lineare Durchmesser. Der grösste Werth fällt auf das untere Ende, immerhin so, dass derselbe bisweilen bereits im zweiten Dritttheil, wenn nicht ganz, doch nahezu erreicht ist. Die geringe Abnahme im zweiten Falle kommt nicht in Betracht. Berechnen wir das Mittel der Querschnitte in Procenten des untersten als des grössten, so erhalten wir ein Verhältniss wie 52,2 : 63,6 : 83,5 : 100 oder in aufsteigender Richtung von Dritttheil zu Dritttheil eine Abnahme um 16,5, 19,9 und 11,4%, im Ganzen also einen Rückgang auf beinahe die Hälfte des anfänglichen Werthes. Die Trachea ist somit kein cylindrisches, sondern ein trichterförmiges Rohr mit nach unten gekehrter Basis.

β) Stammbronchen.

Die Maasse der Stammbronchen sind genau denselben Stellen wie früher bei den thierischen Lungen entnommen. Für den linearen Durchmesser genügt das Mittel zwischen dem grössten und kleinsten Werthe.

	Linearer Querdurchmesser der Stammbronchen in mm										
	rechts						links				
	am Ursprunge aus der Trachea	unter dem Ursprunge des oparter. Bronchus	unter dem Ursprunge des hypart. Bronchus 1	2	3	4	am Ursprunge aus der Trachea	unter dem Ursprunge des hypart. Bronchus 1	2	3	4
Weib von 36 Jahren	16	12	11	8.5	6.5	5	13.5	9.5	8	8	5
Mann unbekannten Alters	18	12.5	9	?	?	?	16	10.5	7	6	6
- von 35 Jahren	16	13	9	6	5	?	13	10	8	6	5
Weib von 30 Jahren	13.5	11.5	9	?	?	?	12.5	9	?	?	?
Mann unbekannten Alters	16	13.5	8.5	?	?	?	13	10	7	?	?
- von 34 Jahren	15.5	12	9.5	8	6	4	13.5	12	9	8	6
- - 38 Jahren	15	12.5	10	6.5	5	3.5	13	10	6.5	4.5	4
- - 44 Jahren	17	13.5	9	7	6.5	6	14	9	7	5.5	?
- - 42 Jahren	21	14.5	12	?	?	?	17	11	9	?	?
- - 53 Jahren	19	13	9	7	6	?	15	10	8	7	6
Mittel	16.7 (13.5—21)	12.8 (11.5—14.5)	9.6 (8.5—12)	(7.2)	(5.8)	(4.6)	14.0 (12.5—17)	10.1 (9—12)	7.7 (6.5—9)	(6.4)	(5.3)

Wir heben neben der raschen und beträchtlichen Verjüngung des Kalibers zunächst nur den Umstand hervor, dass das Uebergewicht des rechten über den linken Bronchus bereits mit dem ersten hyparteriellen Seitenaste völlig beseitigt ist. Der weitern Besprechung mag die Berechnung der quadratischen Verhältnisse vorausgehen.

	Quadratischer Querdurchmesser der Stammbronchen in mm										
	rechts						links				
	am Ursprunge aus der Trachea	unter dem Ursprunge des oparter. Bronchus	unter dem Ursprunge des hypart. Bronchus 1	2	3	4	am Ursprunge aus der Trachea	unter dem Ursprunge des hypart. Bronchus 1	2	3	4
Weib von 36 Jahren	201	113	95	57	33	20	143	71	50	50	20
Mann unbekannten Alters	255	123	64	?	?	?	201	87	38	28	28
- von 35 Jahren	201	133	64	28	20	?	133	79	50	28	20
Weib von 30 Jahren	143	104	64	?	?	?	123	64	?	?	?
Mann unbekannten Alters	201	143	57	?	?	?	133	79	38	?	?
- von 34 Jahren	189	113	71	50	28	13	143	113	64	50	28
- - 38 Jahren	177	123	79	33	20	10	133	79	33	16	13
- - 44 Jahren	227	143	64	38	33	28	154	64	38	24	?
- - 42 Jahren	347	165	113	?	?	?	227	95	64	?	?
- - 53 Jahren	283	133	64	38	28	?	177	79	50	38	28
Mittel	222 (143—347)	129 (104—165)	73 (57—113)	(41)	(27)	(18)	157 (123—227)	81 (64—113)	46 (33—64)	(32)	(22)

Der rechte Bronchus beginnt ausnahmslos mit einer beträchtlicheren Weite als der linke und zwar so, dass beide sich durchschnittlich zu einander wie 3 : 2 verhalten. Nichts wäre indessen irriger, als daraus überhaupt ein Uebergewicht des rechtseitigen Bronchialsystems über das linke ableiten zu wollen. Davon ist gar keine Rede und was der rechte Stammbronchus anfangs vor dem linken voraus hat, das verliert er schon mit der Abgabe des eparteriellen Seitenastes für den obern Lungenlappen so gründlich, dass er nach derselben seinem Genossen nur mit Mühe das Gleichgewicht zu halten vermag. So bleibt es auch im weitern Verlauf der Dinge und wir dürfen daher wohl sagen, dass wie in der allgemeinen Anordnung, so auch im Kaliber des hyparteriellen Bronchialsystems auf beiden Seiten Symmetrie waltet. Die Ausweitung des rechten Bronchus oberhalb seines eparteriellen Seitenastes geschieht ausschliesslich im Interesse dieses letztern. Der menschliche Bronchialbaum folgt somit in dieser Hinsicht dem schon früher bei den Thieren nachgewiesenen allgemeinen Gesetze.

Ich erinnere an das Verhalten einiger Ausgüsse. Die Bronchialbäume des Pferdes und der Ziege sind unterhalb des Trachealstammes symmetrisch, der eine, weil eparterielle Zweige auf beiden Seiten vorkommen, der andere, weil rechts der asymmetrische Zweig den Stammbronchus gänzlich verlassen hat. Demgemäss beginnen auch beide Stammbronchen mit demselben Kaliber, bei der Ziege mit je 154 □mm, beim Pferde rechts mit 1031, links mit 908 □mm. Die Differenz von 123 □mm ist zu gering, um ins Gewicht zu fallen, und dass sie nur zufällig ist, geht des weiteren daraus hervor, dass unterhalb der eparteriellen Zweige der grössere Durchmesser dem linken Stammbronchus mit 962 gegenüber dem rechten mit bloss 908 □mm zufällt. Ganz anders gestalten sich die Dinge beim Hasen und beim Hunde, deren Bronchialsystem im Typus mit dem menschlichen übereinstimmt. Bei beiden ist der rechte Bronchus dem linken, und zwar genau um den Werth des eparteriellen Astes, überlegen. Unterhalb des letztern stellt sich volles Gleichgewicht her. Das Kaliber beträgt in □mm:

	Rechter Bronchus		Linker Bronchus	Differenz beider Bronchen	Eparterieller Bronchus
	oberhalb des epart. Br.	unterhalb des epart. Br.			
Hase	50	41	38	12	13
Hund	154	95	95	49	50

Beim Menschen decken sich die bezüglichen Zahlen allerdings nicht so genau, da die obersten hyparteriellen Bronchen der beiden Seiten von sehr ungleichem Kaliber sind und der rechte sich ebenso durch Schwäche, wie der linke durch Stärke auszeichnet. Darans erklärt sich in einfachster Weise, dass erst nach der Abgabe dieser Seitenäste die hyparteriellen Stammbronchen gleichwerthig werden, vorher aber, wie die früher mitgetheilte Tabelle bewiesen hat, der rechte dem linken merklich überlegen ist.

Höchst bedeutungsvoll für die menschlichen Lungen erscheint der starke Abfall, den die Weite der beiden Stammbronchen mit dem Auftreten des ersten

Seitenastes erleidet. Sie verliert bei dieser Gelegenheit nahezu die Hälfte ihres frühern Kalibers, eine Thatsache, die um so mehr betont werden muss, als sie durch die gewöhnlich allein berücksichtigten linearen Durchmesser nicht in ihrem vollen Werthe zur Geltung kommt. Aehnliches trat uns, wie wir in Erinnerung zu bringen nicht versäumen wollen, bei Pithecus satyrus und den Lemuren entgegen.

Um den Gang der Verjüngung der Luftwege in für verschiedene Individuen leicht und unmittelbar vergleichbarer Weise darzustellen, habe ich die procentische Reduction sämmtlicher Werthe auf die grösste Weite der Trachea vorgenommen. Diese liefert einen neutralen Maassstab für das rechtseitige, wie für das linkseitige Bronchialgebiet und gestattet daher auch sofortige Zusammenstellung beider. Für jedes einzelne von ihnen könnte allerdings die Weite des eigenen Stammbronchus mit Nutzen verwendet werden. Bei ungleichem Werthe der beiden Stammbronchen müssten aber natürlich auch die nach ihnen berechneten Werthe ungleichwerthig ausfallen und des Vortheiles einer unmittelbaren Vergleichbarkeit verlustig gehen. Ich glaube auch hier, um der individuellen Variation zum Ausdruck zu verhelfen, nicht bloss die abstracten Mittelzahlen, sondern die reellen Werthe der einzelnen Individuen mittheilen zu sollen.

	Relative Weite der Stammbronchen in Procenten der grössten Weite der Trachea										
	rechts						links				
	am Ursprunge aus der Trachea	unter dem Ursprunge: des epart. Br.	unter dem Ursprunge: des hypart. Bronchus				am Ursprunge aus der Trachea	unter dem Ursprunge des hypart. Bronchus			
			1	2	3	4		1	2	3	4
Weib von 36 Jahren . .	75	43	36	21	12	7	54	27	19	19	7
Mann unbekannten Alters	73	35	19	—	—	—	58	25	11	8	8
- von 35 Jahren . .	64	42	20	9	6	—	42	25	16	9	6
Weib von 30 Jahren .	71	52	33	—	—	—	61	33	—	—	—
Mann unbekannten Alters	76	56	22	—	—	—	52	31	15	—	—
- von 34 Jahren . .	60	36	23	16	9	4	46	36	20	16	9
- - 38 Jahren . .	62	43	28	12	6	3	47	28	12	6	6
- - 44 Jahren . .	65	41	18	11	10	7	44	18	11	7	—
- - 42 Jahren . .	76	36	25	—	—	—	50	21	14	—	—
- - 53 Jahren . .	74	35	17	10	7	—	47	21	13	10	7
Mittel	70 (60—76)	41 (35—56)	23 (17—33)	(13)	(9)	(6)	49.3 (42—61)	25.6 (18—36)	15 (11—20)	(10)	(7)

Wir entnehmen hieraus, dass der linke Bronchus, trotzdem er hinter dem rechten an Umfang zurückbleibt, doch eine volle Hälfte des Trachealwerthes für sich in Anspruch nimmt. Beide Bronchen zusammen müssen somit einen etwas grössern Raum einnehmen als die Trachea. Er wird dadurch gewonnen, dass sie durch ihren schrägen Verlauf nicht bloss unten, sondern auch seitlich an letztere anschliessen.

Die Verjüngung der Stammbronchen geschieht in der Regel sprungweise

an der Abgangsstelle eines Seitenbronchus. Die zwischenliegenden Strecken besitzen im Ganzen Cylinderform. Eine bemerkenswerthe Ausnahme hievon macht der linke Stammbronchus von seinem Ursprunge an bis zum Abgange des ersten Seitenbronchus. Er ist in der Mitte dieser Strecke fast immer merklich verengt. Nach unten hin erweitert er sich wieder, ohne jedoch in der Mehrzahl der Fälle völlig zum anfänglichen Kaliber zurückzukehren. Bisweilen freilich bleibt diese Verengerung gänzlich aus oder sie wird durch das Gegentheil, durch Erweiterung, ersetzt. Ueber die verschiedenen Modalitäten giebt die nachfolgende Tabelle in dreifacher Weise Aufschluss. In ihr sind die Werthe des linken Stammbronchus an den drei bezeichneten Punkten (oben, Mitte, unten) zusammengestellt.

	Linearer Durchmesser in mm			Quadratischer Durchmesser in mm			Relativer Durchmesser: Obere quadratische Weite = 100		
	Oben	Mitte	Unten	Oben	Mitte	Unten	Oben	Mitte	Unten
Weib von 36 Jahren .	13,5	11.5	11.5	143	104	104	100	72.7	72.7
Mann unbekannten Alters	16	12.5	14.5	201	123	165	100	61.2	82.1
- von 35 Jahren . .	13	11.5	13	133	104	133	100	78.2	100
Weib von 30 Jahren .	12.5	10.5	12	123	87	113	100	70.7	91.8
Mann unbekannten Alters	13	13	14	133	133	151	100	100	115.8
- von 34 Jahren . .	13.5	14	14.5	143	154	165	100	107.7	115.4
- - 38 Jahren . .	13	12	13	133	113	133	100	85	100
- - 44 Jahren . .	14	12.5	13.5	154	123	143	100	79.9	92.8
- - 42 Jahren . .	17	14	15	227	154	177	100	67.8	78
- - 53 Jahren . .	15	13	14.5	177	133	165	100	75.2	92.6
Mittel	14 (12.5—17)	12.5 (10.5—14)	13.6 (11.5—15)	156 (123—227)	123 (87—154)	145 (104—177)	100	78.9 (61.2—107)	93.0 (72.7—115.8)

Der rechte Stammbronchus ist gewöhnlich bis zum ersten Seitenaste in seiner Weite unveränderlich, doch habe ich einmal (Mann von 44 Jahren) eine Abnahme des Durchmessers in absteigender Richtung von 17 auf 16 mm = 227 : 201 □mm = 100 : 88,5, und ein anderes Mal (Mann von 53 Jahren) eine Abnahme von 19 auf 17,5 mm = 283 : 241 □mm = 100 : 85.2 beobachtet.

γ) Seitenbronchen.

Die Dickenmessung der Seitenbronchen bietet beim Menschen insofern einige Schwierigkeit, als nicht selten örtliche Einschnürungen und kolbige Anschwellungen gerade am Ursprunge mit einander abwechseln, so dass der mittlere Durchschnitt nur annähernd geschätzt werden kann. Namentlich beim eparteriellen Bronchus wird auch ein breit kegelförmiger Uebergang in den Stamm angetroffen, oft so hochgradig, dass eine völlige Verwischung der Grenzen die Folge ist. Hier kann dann natürlich nur das schmale Ende als Ausdruck der wirklichen Bronchialweite angesehen werden. Ich begnüge mich mit der Wiedergabe der Maasse für die eparteriellen und ventralen Seitenbronchen. Den andern ist eine entscheidende Rolle bei ihrer geringen Anzahl versagt. Ihr Kaliber erreicht günstigsten Falles 5—7 mm.

	Linearer Durchmesser der Seitenbronchen in mm								
	rechts					links			
	epart.	hyparteriell				hyparteriell			
		1	2	3	4	1	2	3	4
Weib von 36 Jahren	9	6.5	6.5	5	4.5	8	7	6	4.5
Mann unbekannten Alters . .	10	7	—	—	—	10.5	—	—	—
- von 35 Jahren	7	7	5	5	—	9	5	5	5
Weib von 30 Jahren	8.5	6	—	—	—	9.5	—	—	—
Mann unbekannten Alters . .	10	6	—	—	—	10	7	—	—
- von 34 Jahren	10	7	6	5	4.5	10.5	8	6	4
- - 38 Jahren	7.5	8	5.5	5.5	4.5	9	6.5	5	4
- - 44 Jahren	8	6	6	5	4	10	5	5	—
- - 42 Jahren	9.5	7.5	—	—	—	11	8	—	—
- - 53 Jahren	10	7	7	5	—	8	6	7	4
Mittel	9.0 (7—10)	6.8 (6—8)	(6.0)	(5.1)	(4.4)	9.5 (8—11)	(6.6)	(5.7)	(4.3)

In Uebereinstimmung mit dem Verhalten der Stammbronchen charakterisirt ein entschiedenes Uebergewicht über seine Genossen den obersten der beiderseitigen Seitenbronchen. Darin liegt ein wesentliches Moment für eine fühlbare Beeinträchtigung der sonst so treu durchgeführten Symmetrie des hyparteriellen Bezirkes. Rechts ist es eben der eparterielle Bronchus, der die Herrschaft an sich reisst und den benachbarten hyparteriellen Zweig in die untergeordnete Stellung seiner Nachfolger hineindrängt.

	Querdurchmesser der Seitenbronchen in □mm								
	rechts					links			
	epart.	hyparteriell				hyparteriell			
		1	2	3	4	1	2	3	4
Weib von 36 Jahren . . .	64	33	33	20	16	50	38	28	16
Mann unbekannten Alters .	79	38	—	—	—	87	—	—	—
- von 35 Jahren . . .	38	38	20	20	—	64	20	20	20
Weib von 30 Jahren . . .	57	28	—	—	—	71	—	—	—
Mann unbekannten Alters .	79	28	—	—	—	79	38	—	—
- von 34 Jahren . . .	79	38	28	20	16	87	50	28	13
- - 38 Jahren . . .	44	50	24	24	16	64	33	20	13
- - 44 Jahren . . .	50	28	28	20	13	79	20	20	—
- - 42 Jahren . . .	71	44	—	—	—	95	50	—	—
- - 53 Jahren . . .	79	38	38	20	—	50	28	38	13
Mittel	64 (38—79)	36 (28—50)	(28)	(21)	(15)	71 (50—95)	(34)	(26)	(15)

Das Kaliber des zweiten Bronchus entspricht ungefähr der Hälfte des Kalibers des zugehörigen ersten Bronchus und sinkt selbst hinwiederum auf etwa die Hälfte bis zum 4. hyparteriellen Aste. Es war von vorn herein zu erwarten, dass auf diesem Gebiete individuellen Einflüssen ein weiter Spielraum

gelassen sei. Die Durchgehung der einzelnen Fälle bestätigt diese Voraussetzung, ohne weitere bemerkenswerthe Ergebnisse zu liefern. Nur das sei hervorgehoben, dass zweimal (Mann von 35 und von 38 Jahren) der eparterielle Bronchus genöthigt war, sich mit dem nächsten hyparteriellen in die Herrschaft zu theilen, indem beide zu gleichem Umfange auswuchsen.

Es ist aus verschiedenen Gründen von nicht geringem Interesse, das Kaliber der einzelnen Seitenbronchen mit demjenigen des von ihnen aus weiter ziehenden Stückes des Stammbronchus zu vergleichen. Der spezielle Charakter des ganzen Systems kommt erst dadurch zur vollen Geltung. Wir begnügen uns, um die Zahlen nicht überflüssiger Weise zu häufen, mit den Mittelwerthen, aus denen ja ohnehin das Typische am klarsten hervortritt.

	Linearer Durchmesser in mm				Quadratischer Durchmesser in mm			
	rechts		links		rechts		links	
	Stammbr.	Seitenbr.	Stammbr.	Seitenbr.	Stammbr.	Seitenbr.	Stammbr.	Seitenbr.
Ursprung aus der Trachea . . .	16.7	—	14.0	—	222	—	156	—
Eparter. Br. . .	12.8	9.0	—	—	129	64	—	—
Hypart. Br. 1 . .	9.6	6.8	10.1	9.5	73	36	81	71
- - 2 . .	7.2	6.0	7.7	6.6	41	28	46	34
- - 3 . .	5.8	5.1	6.4	5.7	27	21	32	26
- - 4 . .	4.6	4.4	5.3	4.3	18	15	22	15

Aus diesen Zahlen drängt sich uns sofort die wichtige Thatsache entgegen, dass beim Menschen dem Kaliber nach eine Unterordnung der Seitenbronchen unter die Stammbronchen nur in sehr beschränktem Maasse stattfindet. Links fehlt eine solche sozusagen vollständig, rechts besteht sie nur bis zum ersten hyparteriellen Aste, um dann gleichfalls zu verschwinden. Kein Wunder also, wenn die herkömmliche empirische Auffassung aus dieser Sachlage nur das Bild einer gleichartigen dichotomischen Theilung geschöpft und es nicht vermocht hat, durch Aufstellung eines Stammbronchus zur richtigen Erkenntniss durchzudringen. Sie hat aus der Gleichwerthigkeit des Kalibers auf Gleichwerthigkeit in morphologischer Hinsicht geschlossen und die Gruppirung der Zweige auf Grundlage der Lappenbildung vorgenommen. Sonst wäre jedenfalls dem Bronchus des mittlern Lappens der rechten Lunge niemals die Ehre zu Theil geworden, als dritter Bronchialast angesehen zu werden. Man hätte rechts wie links nur zwei bronchiale Endäste anerkannt, wie denn in der That von manchen Anatomen der mittlere Bronchus zu einem Seitenaste des untern gestempelt wird. Diese irrige Auffassung des menschlichen Bronchialsystems war verhängnissvoll für die Erkenntniss des Bronchialsystems überhaupt. Man übertrug das gefälschte Bild ohne Weiteres auf die Säugethiere und verrammelte sich dadurch den Weg zu einer bessern Erkenntniss. Die unbefangene Prüfung der thierischen Lungen hat dieses Hemmniss nunmehr weggeräumt und deren markiges, kräftiges Gepräge uns in den Stand gesetzt, auch aus den schwächlichen und theilweise verwischten Linien der menschlichen Lunge den

grundlegenden Typus herauszufinden. Wir haben hier wiederum einen sprechenden Beleg dafür, wie, nachdem von der menschlichen Anatomie die Anregung zur genaueren Erforschung thierischer Formen ausgegangen, doch wieder um diese vielfach läuternd und fördernd auf jene zurückwirkt.

b. Gesammtkaliber des Bronchialbaums.

Vor kurzem hat Sée [1]), auf Grund einer kleinen Anzahl von Messungen, im Widerspruche mit der herrschenden Annahme die Behauptung gewagt, dass nicht allein das Kaliber der beiden Hauptbronchen im Mittel demjenigen der Trachea ziemlich gleich sei, sondern auch das Gesammtkaliber der Bronchialverzweigung jeweilen dem Kaliber des zugehörigen Stammbronchus entspreche. Die Luftwege würden somit unter normalen Verhältnissen keinen Kegel, sondern einen Cylinder darstellen. Störungen im Gleichgewicht zwischen Trachea und Bronchen nach der einen wie nach der andern Seite hin sollten die Folge pathologischer Vorgänge (Tuberkulose und Emphysem) sein. Auch Krause [2]) nimmt für die Cylinderform gegen die Kegelform Partei. Wir besitzen in unsern Messungen ein erwünschtes Material, um zu einem Entscheide in dieser jedenfalls nicht unwichtigen Angelegenheit beizutragen. Aus dem Kaliber der Seitenäste und des zugehörigen Abschnittes der Stammbronchen lässt sich für jedes Segment des Bronchialsystems das Verhältniss zwischen anfänglichem und späterem Kaliber mit Sicherheit berechnen. Halten wir uns hierbei in erster Linie an die natürlichen Stockwerke, wie sie durch die Anordnung der Seitenbronchen bedingt werden, und unterscheiden wir gleich früher zwischen einer obern und untern Weite, so gilt also, um uns an einem Beispiele deren Bedeutung ins Gedächtniss zurückzurufen, als obere Weite des eparteriellen Stockwerkes der rechten Lunge das Kaliber des rechten Stammbronchus an seinem Ursprunge aus der Trachea, als untere Weite das Kaliber desselben Stammbronchus unterhalb der Abgangsstelle des eparteriellen Bronchus mitsammt dem Querdurchmesser dieses letztern. Im dritten hyparteriellen Stockwerke treffen wir oben auf das Kaliber des Stammbronchus unterhalb des zweiten hyparteriellen Seitenbronchus, unten auf die Weite des Stammbronchus unterhalb des dritten hyparteriellen Astes, dieses selbst und seiner dorsalen Genossen. Jedes Stockwerk reicht somit vom einfachen Stamme nach abwärts bis zu und mit dem nächsten typischen Verzweigungsbezirke. Da der linkseitige Stammbronchus in der Mitte seines eparteriellen Abschnittes gewöhnlich eine Einschnürung erfährt, so ist es nicht unpassend, auch für ihn ein durch letztere begrenztes eparterielles Stockwerk anzunehmen. Demselben geht natürlich ein Seitenbronchus ab.

---

1) Sée, Marc, Du calibre de la trachée et des bronches. Bulletin de l'Acad. de médecine. 2. Série. T. 7. No. 17.

2) W. Krause, Handbuch der menschlichen Anatomie. Hannover, 1879. Bd. II. S. 428.

Kaliber der einzelnen Bronchialstockwerke in □mm

a. Rechte Lunge.

	Epart. Stockwerk			1. hypart. Stockwerk			2. hypart. Stockwerk			3. hypart. Stockwerk			4. hypart. Stockwerk		
	Oben	Unten	Diff.	Oben	Unten	Diff.	Oben	Unten	Diff.	Oben	Unten	Diff.	Oben	Unten	Diff.
Weib von 36 Jahren	201	177	— 24	113	128	+ 15	95	124	+ 29	57	71	+ 14	33	36	+ 3
Mann unbekannten Alters	255	202	— 53	123	102	— 21	—	—	—	—	—	—	—	—	—
- von 35 Jahren	201	171	— 30	133	102	— 31	64	78	+ 14	28	54	+ 26	—	—	—
Weib von 30 Jahren	143	161	+ 18	104	92	— 12	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mann unbekannten Alters	201	222	+ 21	143	85	— 58	—	—	—	—	—	—	—	—	—
- von 34 Jahren	189	192	+ 3	113	109	— 4	71	112	+ 41	50	66	+ 16	28	29	+ 1
- - 38 Jahren	177	167	— 10	123	129	+ 6	79	73	— 6	33	52	+ 19	20	26	+ 6
- - 44 Jahren	227	193	— 34	143	92	— 51	64	96	+ 32	38	67	+ 29	33	41	+ 8
- - 42 Jahren	347	236	— 111	165	157	— 8	—	—	—	—	—	—	—	—	—
- - 53 Jahren	283	212	— 71	133	102	— 31	64	110	+ 46	38	66	+ 28	—	—	—
Mittel	222	193	— 29	129	110	— 19	73	99	+ 26	41	63	+ 22	29	33	+ 4
	(143—347)	(161—236)	(—111—+21)	(104—165)	(85—157)	(—58—+15)	(64—95)	(73—124)	(—6—+ 46)	(28—57)	(52—71)	(14—29)	(20—33)	(26—41)	(1—8)

b. Linke Lunge.

	Epart. Stockwerk			1. hypart. Stockwerk			2. hypart. Stockwerk			3. hypart. Stockwerk			4. hypart. Stockwerk		
	Oben	Unten	Diff.	Oben	Unten	Diff.	Oben	Unten	Diff.	Oben	Unten	Diff.	Oben	Unten	Diff.
Weib von 36 Jahren	143	104	— 39	104	121	+ 17	71	110	+ 39	50	89	+ 35	50	36	— 14
Mann unbekannten Alters	201	123	— 78	123	174	+ 51	—	—	—	—	—	—	—	—	—
- von 35 Jahren	133	104	— 29	104	143	+ 39	79	86	+ 7	50	56	+ 6	28	40	+ 12
Weib von 30 Jahren	123	87	— 36	87	135	+ 48	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mann unbekannten Alters	133	133	0	133	158	+ 25	79	96	+ 17	—	—	—	—	—	—
- von 34 Jahren	143	154	+ 11	154	200	+ 46	113	128	+ 15	64	74	+ 10	50	41	— 9
- - 38 Jahren	133	113	— 20	113	143	+ 30	79	80	+ 1	33	42	+ 9	16	26	+ 10
- - 44 Jahren	154	123	— 31	123	143	+ 20	64	84	+ 20	38	56	+ 18	—	—	—
- - 42 Jahren	227	154	— 73	154	190	+ 36	95	124	+ 29	—	—	—	—	—	—
- - 53 Jahren	177	133	— 44	133	129	— 4	79	96	+ 17	50	86	+ 36	38	41	+ 3
Mittel	157	123	— 34	123	153	+ 30	(82)	(100)	(+ 18)	(48)	(67)	(+ 19)	(36.5)	(37)	(+0.5)
	(123—227)	(87—154)	(—78—+11)	(87—154)	(121—200)	(—4—+51)	(64—113)	(80—128)	(1—39)	(33—64)	(42—89)	(6—36)	(16—50)	(26—41)	(—14—+ 12)

Stellen wir, um eine einfache und handliche Grundlage zu gewinnen, die Mittel beider Lungen zuerst als solche und dann in procentischer Berechnung des Endwerthes eines jeden Stockwerkes nach dessen Anfangswerth neben einander.

Rechte Lunge	222	193	—29	129	110	— 19	73	99	+ 26	41	63	+ 22	29	33	+ 4
Linke Lunge	157	123	—34	123	153	+ 30	82	100	+ 18	48	67	+ 19	36.5	37	+0.5
Rechte Lunge	100	87	—13	100	85	— 15	100	136	+ 36	100	154	+ 54	100	114	+14
Linke Lunge	100	78	—22	100	124	+ 24	100	122	+ 22	100	140	+ 40	100	101	+ 1

Dass die untern Stockwerke gegenüber den obern an absoluter Weite stetig abnehmen, war nach Allem, was wir über die Grössenverhältnisse der einzelnen Abschnitte des Bronchialbaums erfahren haben, von vornherein zu erwarten. Auffällig dagegen ist das verschiedene Verhalten der einzelnen Stockwerke bezüglich der Stellung ihrer Endweite zur Anfangsweite. Das oberste Stockwerk verengt sich in beiden Lungen nach unten hin, während sich alle untern Stockwerke, vom zweiten hyparteriellen Aste an gerechnet, und unter diesen wiederum hauptsächlich die beiden ersten, in der gleichen Richtung erweitern. Das zweite Stockwerk, das heisst dasjenige des ersten hyparteriellen Astes, folgt rechts dem Beispiele des höher gelegenen eparteriellen, indem es gleichfalls an Umfang abnimmt; links schliesst es sich an die übrigen hyparteriellen Bezirke an und gewinnt gleich ihnen nach unten an Ausdehnung. Der Raum der Stockwerke entspricht daher einem Kegel, dessen Spitze in den obern Partien nach abwärts, in den untern nach aufwärts gekehrt ist. Ein Blick auf die ausführlichen Tabellen zeigt übrigens, dass beinahe in allen Stockwerken einzelne Unbotmässigkeiten vorkommen und dass auch das Maass der kegelförmigen Verjüngung oder Erweiterung innerhalb ziemlich weiter Grenzen schwankt. Ueberall vollzieht sich aber das Gesetz, und das ist für die Beurtheilung der Mittelwerthe und die Zulässigkeit der aus ihnen zu ziehenden Schlüsse von Wichtigkeit, in der überwiegenden Mehrzahl der Individuen.

Die Grösse der einzelnen Stockwerke giebt weder über den Typus der Bronchialverzweigungen in ihrer Gesammtheit noch über die Grössenverhältnisse der peripherischen Bahnen zu den centralen Aufschluss. Einen solchen gewinnen wir erst, wenn wir die Gesammtweite aller unterhalb eines bestimmten Punktes der Stammbronchen entstehenden Verzweigungen mit den letztern in Verbindung bringen. Wie solches zu geschehen hat, wurde bereits bei den thierischen Lungen auseinandergesetzt und wir legen daher der bezüglichen Rechnung einfach die dort aufgestellten Prinzipien zu Grunde.

	Absolutes Kaliber des Bronchialbaums in □mm											
	Rechte Lunge						Linke Lunge					
	central am Ursprunge aus der Trachea	peripherisch bis zum					central am Ursprunge aus der Trachea	peripherisch bis zum				
		epart. Br.	hyparteriellen Bronchus					epart. Br.	hyparteriellen Bronchus			
			I.	II.	III.	IV.			I.	II.	III.	IV.
Weib von 36 Jahren .	201	177	192	239	235	238	143	104	121	177	199	185
Mann unbekannten Alters	255	202	181	—	—	—	201	123	174	—	—	—
- von 35 Jahren . .	201	171	140	168	180	—	133	104	143	158	156	168
Weib von 30 Jahren . .	143	161	149	—	—	—	123	87	135	—	—	—
Mann unbekannten Alters	201	222	164	—	—	—	133	133	158	175	—	—
- von 34 Jahren . .	189	192	188	247	245	246	143	154	200	221	235	226
- - 38 Jahren . .	177	167	173	175	186	192	133	113	143	150	153	163
- - 44 Jahren . .	227	193	142	188	203	211	154	123	143	175	181	—
- - 42 Jahren . .	347	236	228	—	—	—	227	154	190	209	—	—
- - 53 Jahren . .	283	212	181	245	255	—	177	133	129	156	182	185
Mittel	222 (143—347)	193 (161—236)	174 (140—228)	(210)	(219)	(222)	157 (123—227)	123 (87—154)	154 (121—200)	(177)	(184)	(185)

Da vom zweiten hyparteriellen Aste an die Messungen lückenhaft sind und nicht mehr alle Individuen umfassen, so lassen sich nur die Mittelzahlen je der drei ersten Kolonnen unmittelbar verwerthen. Sie beweisen für beide Lungen eine vorübergehende Abnahme der Bronchialweite. Ob und in wiefern weiterhin wieder eine Zunahme eintritt, erfahren wir genauer als aus obigen Zahlen, wenn wir für jedes Individuum die Weite des Bronchialbaums nach Procenten seines Anfangswerthes berechnen und durch Beseitigung des störenden Einflusses der verschiedenen absoluten Grösse auch die aus ungleich vielen Individuen gezogenen Mittelwerthe vergleichbar machen.

	Weite des Bronchialbaums in Procenten seines Anfangswerthes.											
	Rechte Lunge						Linke Lunge					
	central am Ursprunge aus der Trachea	peripherisch bis zum					central am Ursprunge aus der Trachea	peripherisch bis zum				
		epart. Br.	hyparteriellen Bronchus					epart. Br.	hyparteriellen Bronchus			
			I.	II.	III.	IV.			I.	II.	III.	IV.
Weib von 36 Jahren .	100	88.0	95.5	118.9	116.9	118.4	100	72.7	84.6	119.6	139.2	129.4
Mann unbekannten Alters	100	79.2	71.0	—	—	—	100	61.2	86.6	—	—	—
- von 35 Jahren . .	100	85.1	69.7	83.6	89.6	—	100	78.2	107.5	118.8	117.3	125.0
Weib von 30 Jahren . .	100	112.6	104.2	—	—	—	100	70.7	109.8	—	—	—
Mann unbekannten Alters	100	110.4	81.6	—	—	—	100	100.0	118.8	131.6	—	—
- von 34 Jahren . .	100	101.6	99.5	130.7	129.6	130.1	100	107.6	139.9	154.5	164.3	158.0
- - 38 Jahren . .	100	94.4	97.8	98.8	105.1	108.5	100	84.9	107.5	112.8	115.0	122.6
- - 44 Jahren . .	100	85.0	62.5	82.8	89.4	92.9	100	79.9	92.9	113.6	117.5	—
- - 42 Jahren . .	100	68.0	65.7	—	—	—	100	67.9	83.7	92.1	—	—
- - 53 Jahren . .	100	74.9	63.9	86.6	90.1	—	100	75.2	72.8	88.1	102.8	101.5
Mittel	100	89.9	81.1	100.2	103.4	112.5	100	79.8	100.4	116.4	126.0	127.9
		(68—113)	(62—104)	(83—131)	(89—130)	(93—130)		(61—108)	(73—140)	(88—154)	(103—164)	(104—158)

Es ist hierdurch bewiesen, dass die Weite der Bronchialbahn rechts wie links von ihrem Ursprunge an erst eine Strecke weit abnimmt, um dann über das ursprüngliche Maass hinaus wieder zuzunehmen. Die Abnahme beträgt etwa $^1/_5$ des anfänglichen Kalibers und erreicht ihren Höhepunkt links im eparteriellen, rechts im ersten hyparteriellen Stockwerke. Dort ist bereits mit dem ersten, hier erst mit dem zweiten hyparteriellen Stockwerke das ursprüngliche Kaliber wieder hergestellt, um mit jedem weitern Stockwerke eine neue Steigerung zu erfahren. Ob sie immer, wie in den von uns geprüften Fällen, links etwas stärker ausfällt als rechts, oder ob dies nur zufällig ist, mag dahin gestellt bleiben. Ich lege auch weniger Gewicht auf das Maass der Kaliberveränderung, als auf die allgemeine Thatsache, dass eine solche, und zwar in entgegengesetzter Richtung, stattfindet. Eine grössere Anzahl von Beobachtungen würde sonder Zweifel in die Zahlen selbst noch mancherlei Veränderungen bringen. Die Erweiterung ist im Ganzen eine auffällig geringe und erreicht nur individuell einen grössern Werth. Sie kommt, wie sofort ersichtlich, ausschliesslich dem Gebiete des sogenannten untern Lappens zu Gute, und wenn wir bedenken, dass der zu ihm tretende Abschnitt des Stammbronchus eine starke Verjüngung erlitten hatte, so muss speziell im Verhältnisse zu diesem

die Erweiterung der Luftbahn viel beträchtlicher sein, als wir sie für den gesammten Bronchialbaum gefunden haben. Für die wenigen Individuen, welche eine vollständige Messung gestatteten, berechnet sich das Verhältniss folgendermaassen.

	Bronchialbaum des untern Lappens.					
	Absolute Weite in □mm				Relative Weite des peripherischen Endes in Proc. der Stammweite	
	rechts		links			
	Stammweite	Peripherische Weite	Stammweite	Peripherische Weite	rechts	links
Weib von 36 Jahren	95	141	71	135	148	190
Mann von 35 Jahren	—	—	79	104	—	132
- - 34 Jahren	71	129	113	139	182	123
- - 38 Jahren	79	98	79	99	124	125
- - 44 Jahren	64	133	—	—	208	171
- - 53 Jahren	—	—	79	135	—	—

Wir haben bisher die beiden Hälften des Bronchialbaums gesondert betrachtet. Es bleibt uns noch übrig, sie einheitlich verschmolzen der Trachea gegenüber zu stellen, um die beiderseitigen Kaliberverhältnisse kennen zu lernen. Wir wählen zu diesem Behufe wieder den untersten, weitesten Theil der Luftröhre, aus dem ja die Bronchialwege auch unmittelbar hervorgehen. Den absoluten Werthen in □mm füge ich sofort die Berechnung des Bronchialbaums in Procenten der Trachea bei.

	Gesammtkaliber des Bronchialbaums in □mm							Gesammtkaliber des Bronchialbaums in Procenten der Trachea					
	Stamm der Trachea	Central am Ursprunge aus der Trachea	Peripherisch bis zum					Central am Ursprunge aus der Trachea	bis zum				
			epart. Br.	hyparteriellen Bronchus					epart. Br.	hyparteriellen Bronchus			
				I.	II.	III.	IV.			I.	II.	III.	IV.
Weib von 36 Jahren	266	344	281	313	110	134	423	129.3	105.6	117.7	154.1	163.2	159.0
Mann unbekannten Alters . .	347	156	325	355	—	—	—	131.4	93.6	102.3	—	—	—
- von 35 Jahren	314	334	275	283	326	336	—	106.3	87.6	90.1	103.8	107.0	—
Weib von 30 Jahren	201	266	248	284	—	—	—	132.3	123.3	141.3	—	—	—
Mann unbekannten Alters . .	255	334	355	322	—	—	—	130.9	139.2	126.3	—	—	—
- von 34 Jahren	314	332	346	388	468	480	472	105.7	110.2	123.5	149.1	152.9	150.3
- - 38 Jahren	281	310	280	316	325	339	355	109.2	98.3	111.3	114.4	119.1	125.0
- - 44 Jahren	347	381	316	285	363	384	—	109.8	91.1	82.1	101.6	110.7	—
- - 12 Jahren	153	574	390	118	—	—	—	126.7	86.1	92.3	—	—	—
- - 53 Jahren	380	460	345	310	401	437	—	121.1	90.1	81.6	105.5	115.0	—
Mittel	316 (201—453)	379 (266—574)	316 (248—390)	328 (283—41)	(382)	(402)	(417)	120.3 (105.7—132.3)	102.1 (86.8—123.3)	106.8 (81.6—111.3)	(121.9) (103.8—119.1)	(128.0) (107.0—163.2)	(144.8) (125.0—159.0)

Sée (a. a. O.) will die Gesammtweite der beiden Bronchenwurzeln bald enger, bald weiter als die benachbarte Trachea gefunden haben und schätzt im Mittel beide einander ziemlich gleich. Ich kann dies nicht bestätigen, sondern finde in allen Fällen beide Bronchen zusammen weiter als die Trachea, im Mittel sogar um nicht weniger als ein Fünftel.

Ueberblicken wir die Luftwege in ihrer ganzen Länge, so erkennen wir, wie schon vom obern Ende der Trachea an eine trichterförmige Erweiterung angestrebt wird. Sie schreitet stetig fort bis zur Wurzel der beiden

Stammbronchen, geht aber dann in der Gegend ihrer ersten Seitenzweige auf das Endkaliber der Luftröhre zurück, um weiterhin von neuem der fortschrittlichen Richtung zu huldigen. Abgesehen von dieser localen Verengerung wiederholt der menschliche Bronchialbaum das Verhalten des thierischen, nur dass die trichterförmige Erweiterung im allgemeinen auf ein bescheideneres Maass beschränkt bleibt. Einige Thiere (Hase, Hund, Cynocephalus) besitzen übrigens eine ähnlich verengte Stelle wie der Mensch. Ueber alles weitere und namentlich über einzelne Beziehungen ertheilt eine graphische Darstellung rascheren und bessern Aufschluss als die ausführlichste Schilderung. Ich überlasse daher jener das Wort (Fig. 8).

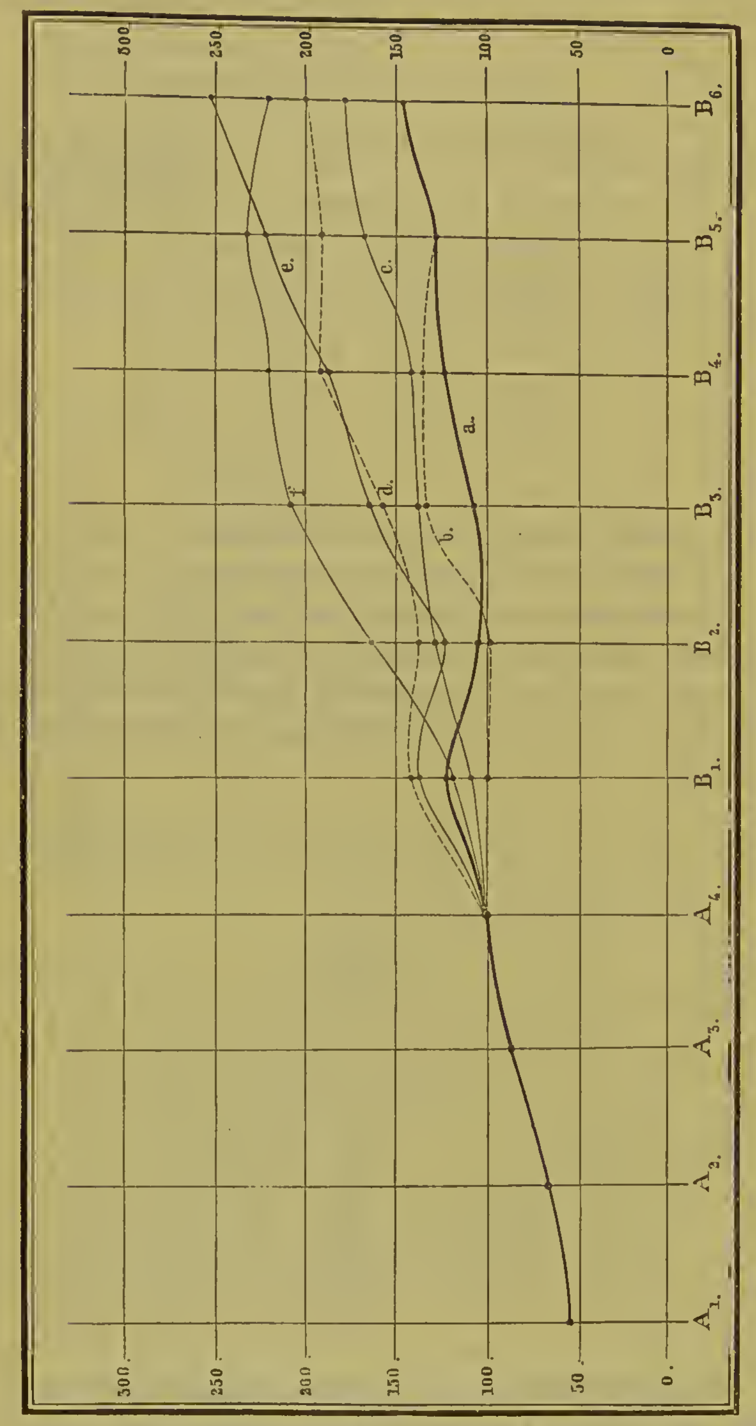


Fig. 8. Graphische Darstellung des Gesammtkalibers des Bronchialbaums in Procenten des Endkalibers der Trachea. A^1, oberes Ende, A^2, erstes, A^3, zweites Drittel, A^4, unteres Ende der Trachea. — B^1, Wurzel der Stammbronchen; B^2, Gegend des eparteriellen, B^3-B^6, des ersten bis vierten hyparteriellen Seitenbronchus. — *a*, Mensch; *b*, Cynocephalus babuin; *c*, Pferd; *d*, Hund; *e*, Hase; *f*, Robbe.

Die secundären Verzweigungen des menschlichen Bronchialbaums verhalten sich gerade so wie die primären. Mässige Erweiterung der Luftbahn nach der Peripherie hin ist auch für sie maassgebend. Bezügliche Belege bilden den Inhalt der nachfolgenden Tabelle. Ein Rückschluss von den wirklich untersuchten Seitenbronchen auf alle andern darf wohl ohne Weiteres gezogen werden und

zwar um so unbedenklicher, als wir auch bei thierischen Lungen zu ganz denselben Resultaten gelangt sind.

	Gesammtkaliber der secundären Verzweigungen								
	absolut in □mm						in Proc. des zugehörigen Stammes		
	epart. Br.		1. hypart. Br. rechts		1. hypart. Br. links		epart. Br.	1. hyp. Br.	1. hyp. Br.
	Stamm	Aeste	Stamm	Aeste	Stamm	Aeste		rechts	links
Weib von 36 Jahren . .	64	—	33	44	50	56	—	133.3	112.0
Mann von 35 Jahren . .	38	52	38	31	64	65	136.8	81.6	101.5
- - 34 Jahren . .	79	80	38	48	87	114	101.3	126.3	131.0
- - 38 Jahren . .	44	40	50	40	64	74	90.9	80.0	115.6
- - 44 Jahren . .	50	64	28	36	79	88	128.0	128.6	111.4
- - 42 Jahren . .	71	77	44	—	95	107	108.4	—	112.6
- - 53 Jahren . .	79	82	38	40	50	82	103.8	105.3	164.0
Mittel	60.7	65.8	38.4	39.8	69.9	83.7	108.4	103.6	119.7

C. Lappenbildung der Lunge.

Wie gering man auch über die Lappenbildung in allgemein morphologischer Hinsicht denken mag, für die spezielle Anatomie behält deren Product seinen anerkannten und unbestreitbaren Werth. Es lohnt sich daher der Mühe, die relative Grösse dieser Lappen für den Menschen genauer, als es bisher geschehen ist, festzustellen, zumal dabei die Hoffnung vorhanden ist, über die Art des Wachsthums der Lunge etwas zu erfahren und darüber ins Klare zu kommen, ob dasselbe in allen Theilen gleichförmig oder aber ungleichförmig vor sich geht. An der Lösung dieser Frage dürfte wohl Theorie wie Praxis einiges Interesse nehmen. Zwei Wege standen der Untersuchung offen, derjenige der Bestimmung des Gewichtes und derjenige der Bestimmung des Volumens. Ein jeder hat seine Vortheile und birgt hinwiederum seine Gefahren. Absolute Sicherheit bietet weder der eine noch der andere. Nach reiflicher Ueberlegung habe ich mich für den zweiten entschieden, da das Gewicht durch den verschiedenen Zustand des Lungengewebes, durch ungleiche Blutfülle, durch Hypostase und Ablagerung von Krankheitsstoffen grössern Schwankungen und zahlreichern Zufälligkeiten unterworfen ist, als das Volumen. Die gefundene Constanz der Ergebnisse aus einer grösseren Beobachtungsreihe bietet übrigens die beste Gewähr dafür, dass das typische Grundgesetz mächtiger war als die individuellen Fehlerquellen.

Alle Bestimmungen betreffen die Lunge in ihrem natürlichen erschlafften Zustande nach der Herausnahme aus der Brusthöhle. Sie wurden an kindlichen Organen vermittelst eines genau calibrirten Gefässes mit aufgeschliffener Glasplatte, durch deren centrale Oeffnung vermittelst einer Burette nach vorheriger Einbringung des Präparats soviel Wasser eingeführt wurde, als zur

genauen Füllung erforderlich war, vorgenommen. Bei Erwachsenen führte Verdrängung des Wassers aus einem grossen, mit passendem Ausflussrohr versehenen Gefässe vermittelst der von einem Gewichte niedergezogenen Lunge zum Ziele. Jeder Lappen wurde für sich allein geprüft, nachdem die zugehörigen Blutgefässe und Luftröhrenäste dicht an der Oberfläche abgetrennt worden waren. Er schwebte während der Untersuchung frei in der Flüssigkeit, die ihn eben überdeckte, so dass von irgend welchem schädlichen Drucke nicht die Rede sein konnte.

Wir halten uns zunächst an die Erwachsenen, um nachher auf die Kinder zurückzukommen. Die pathologisch-anatomischen Notizen verdanke ich dem pathologischen Institute. Die Reihenfolge mag durch das Alter bestimmt werden. Das absolute Volumen in Kubik-Centimetern liefert das Material für die procentische Berechnung der einzelnen Lappen in ihrem Verhältnisse zum ganzen Organ, sowie der linken Lunge gegenüber der rechten. Männer und Weiber sind natürlich auseinander zu halten.

Männliche Lungen.

Alter	Absolutes Volumen in ☐cm					Gesammtvolumen der		Bemerkungen
	Rechte Lunge			Linke Lunge				
	Oberer Lappen	Mittlerer Lappen	Unterer Lappen	Oberer Lappen	Unterer Lappen	rechten Lunge	linken Lunge	
1) 21 Jahre	274	97	364	257	278	735	535	Lungen normal. — Tetanus.
2) 28 -	260	132	326	228	344	718	572	Leichtes Emphysem. — Krebs des Peritoneum und der Nieren.
3) 34 -	230	88	362	256	311	680	567	Oedem der Lungen. — Krebs des Magens und der Leber.
4) 36 -	380	252	560	354	360	1192	714	Beiderseitiges Emphysem. Rechte Lunge stark adhärent.
5) 36 -	380	90	302	430	160	772	590	Starker Bronchialkatarrh. — Perniciöse Anämie.
6) 36 -	284	92	496	310	386	872	696	Lungen normal. — Anus praeternaturalis.
7) 38 -	358	160	512	266	528	1030	794	Starkes Oedem der Lungen.
8) 41 -	229	105	268	323	287	602	610	Leichtes Oedem der Lungen.
9) 45 -	438	124	420	614	412	982	1026	Starkes Emphysem beider Lungen. — Erysipelas capitis.
10) 45 -	274	124	564	252	506	962	758	Emphysem. Oedem.
11) 49 -	542	220	524	540	392	1286	932	Emphysem.
12) 51 -	400	122	486	466	426	1008	892	Oedem. Thrombose der Art. pulmonalis.
13) 55 -	318	94	356	454	448	768	902	Leichtes Oedem.
14) 56 -	336	125	250	262	583	711	845	Linkseitiges Emphysem des untern Lappens in Folge von Rippenfractur.
15) 58 -	348	143	362	485	448	853	933	Oedem. Sehnige Verdickungen im obern Lappen. Bronchopneumonie rechts.
16) 63 -	450	179	452	394	394	1081	788	Lungen normal. — Hirnerweichung.
17) 63 -	292	210	436	278	590	938	868	Oedem.
18) ? -	310	100	440	400	326	850	726	
19) ? -	212	50	210	240	146	472	386	
20) ? -	334	144	470	455	308	948	763	

Weibliche Lungen.

Alter	Absolutes Volumen in ☐cm					Gesammtvolumen der		Bemerkungen
	Rechte Lunge			Linke Lunge				
	Oberer Lappen	Mittlerer Lappen	Unterer Lappen	Oberer Lappen	Unterer Lappen	rechten Lunge	linken Lunge	
1) 24 Jahre	214	134	288	308	252	636	560	Lobuläre Hepatisationen beider Lungen. Tuberkel im obern Lappen rechts.
2) 28 -	238	86	274	290	302	598	592	Lungen normal. — Puerpera.
3) 38 -	266	106	266	176	250	638	426	Leichtes Oedem. — Spondylitis. Affection des Rückenmarkes.
4) 30 -	272	114	306	286	300	692	586	Tuberkulose der linken Lunge.
5) 30 -	246	62	324	338	228	632	566	Lobuläre Hepatisationen. Beiderseitige Pleuritis mit Exsudat.
6) 33 -	410	150	350	452	470	910	922	Leichtes Oedem.
7) 34 -	234	84	400	200	400	718	600	Lungen normal.
8) 35 -	308	210	410	324	334	928	658	Oedem und Atelectasie links. Lobuläre Pneumonie rechts.
9) 36 -	174	151	436	281	316	761	597	Links oberflächlich starke Pseudomembranen. Sonst normal.
10) 40 -	324	98	307	336	256	729	592	Leichtes Oedem. — Nephritis. Schwangerschaft.
11) 43 -	225	96	266	286	225	587	511	Oedem.
12) 52 -	304	122	368	281	226	794	507	Schwartige Auflagerungen. — Krebs des Uterus und Bauchfells.
13) 56 -	225	94	300	260	287	619	547	Oedem. Hochgradige Anämie.
14) 59 -	236	60	200	206	222	496	428	Oedem. Bronchopneumonie. Peritonitis carcinomatosa.
15) 82 -	380	127	349	406	284	856	690	Tod aus Altersschwäche.
16) ?	255	126	308	288	294	689	582	Oedem. Anämie.

Männliche Lungen.

Alter	Relatives Volumen in Procenten der ganzen Lunge					Gesammtvolumen der linken Lunge
	Rechte Lunge			Linke Lunge		
	Oberer Lappen	Mittlerer Lappen	Unterer Lappen	Oberer Lappen	Unterer Lappen	in Proc. der rechten
1) 21 Jahre	37.3	13.2	49.5	48.0	52.0	72.8
2) 28 -	36.2	18.4	45.4	39.8	60.2	79.6
3) 34 -	33.8	12.9	53.3	45.1	54.9	83.4
4) 36 -	31.9	21.1	47.0	49.6	50.4	59.9
5) 36 -	49.2	11.6	39.1	72.9	27.1	76.4
6) 36 -	32.7	10.5	56.8	44.5	55.5	79.8
7) 38 -	34.7	15.6	49.7	33.5	66.5	77.1
8) 41 -	38.0	17.4	44.5	53.0	47.0	101.3
9) 45 -	44.6	12.6	42.8	59.8	40.2	104.5
10) 45 -	28.5	12.9	58.6	33.2	66.8	78.8
11) 49 -	42.1	17.1	40.8	57.9	42.1	72.5

Alter	Relatives Volumen in Procenten der ganzen Lunge					Gesammtvolumen der linken Lunge in Proc. der rechten
	Rechte Lunge			Linke Lunge		
	Oberer Lappen	Mittlerer Lappen	Unterer Lappen	Oberer Lappen	Unterer Lappen	
12) 51 Jahre	39.7	12.1	48.2	52.3	47.7	88.5
13) 55 -	41.4	12.2	46.4	50.3	49.7	117.4
14) 56 -	47.2	17.6	35.2	31.0	69.0	118.8
15) 58 -	40.8	16.8	42.4	51.9	48.1	109.4
16) 63 -	41.6	16.6	41.8	50.0	50.0	72.9
17) 63 -	31.1	22.4	46.5	32.0	68.0	92.5
18) ? -	36.5	11.8	51.7	55.1	44.9	85.3
19) ? -	44.9	10.6	44.5	62.2	37.8	81.8
20) ?	35.2	15.2	49.6	59.6	40.4	77.5
Weibliche Lungen.						
1) 24 Jahre	33.7	21.1	45.2	55.0	45.0	88.1
2) 28 -	39.8	14.4	45.8	48.9	51.1	99.0
3) 28 -	41.7	16.6	41.7	41.3	58.7	66.7
4) 30 -	39.2	16.5	44.3	48.8	51.2	84.7
5) 30 -	38.8	9.8	51.3	59.7	40.3	89.6
6) 33 -	45.1	16.5	38.4	49.0	51.0	101.3
7) 34 -	32.6	11.7	55.7	33.3	66.6	83.5
8) 35 -	33.2	22.6	44.2	49.2	50.8	70.9
9) 36 -	22.9	19.9	57.2	47.1	52.9	78.5
10) 40 -	44.4	13.4	42.1	56.8	43.2	81.2
11) 43 -	38.3	16.3	45.3	56.0	44.0	86.9
12) 52 -	38.3	15.4	46.3	55.4	44.6	63.8
13) 56 -	36.3	15.2	48.5	47.5	52.5	88.3
14) 59 -	47.6	12.1	40.3	48.1	51.9	86.3
15) 82 -	44.4	14.8	40.8	58.8	41.2	80.6
16) ?	37.0	18.3	44.7	49.5	50.5	84.5

Als Mittel berechnet sich aus den Einzelwerthen der vorstehenden Tabellen.

	Volumen der einzelnen Lappen.					Gesammtvolumen		
	Rechte Lunge			Linke Lunge		der		beider Lungen
	Oberer Lappen	Mittlerer Lappen	Unterer Lappen	Oberer Lappen	Unterer Lappen	rechten Lunge	linken Lunge	
Absolute Werthe in □cm								
Männer.	332.4 (212—450)	132.6 (50—252)	408.0 (210—564)	363.2 (228—540)	381.6 (146—590)	873.0 (472—1286)	744.8 (386—1026)	1617.8
Weiber.	269.4 (174—410)	113.8 (60—150)	322.0 (200—436)	294.9 (176—452)	290.4 (222—470)	705.2 (496—928)	585.3 (426—922)	1290.5
Procentische Werthe.								
Männer.	38.4 (28.5—49.2)	14.9 (10.5—22.4)	46.7 (35.2—56.8)	49.1 (31.0—72.9)	50.9 (27.1—69.0)	100	86.5 (59.9—118.8)	—
Weiber.	38.3 (22.9—47.6)	15.9 (9.8—22.6)	45.7 (38.4—57.2)	50.3 (33.3—59.7)	49.7 (40.3—66.6)	100	83.4 (63.8—101.3)	—
Mittel aus beiden.	38.4 (22.9—49.2)	15.4 (9.8—22.6)	46.2 (35.2—57.2)	49.7 (31.0—72.9)	50.3 (27.1—69.0)	100	85.0 (59.9—118.8)	—

Für die Lungen besteht diesen Zahlen zufolge kein anderer Geschlechtsunterschied als derjenige der absoluten Grösse. Sie sind beim Weibe im Durchschnitt fast genau um ein Viertel weniger umfangreich als beim Manne. Den Werth der linken Lunge finden wir um 15 Proc. kleiner als denjenigen der rechten, was dem allgemein angenommenen Verhältnisse von 11 : 10 so nahe steht, als man es bei den beträchtlichen individuellen Schwankungen nur erwarten kann. Wichtig ist in dieser Hinsicht, dass die linke Lunge keineswegs immer hinter der rechten an Ausdehnung zurückbleibt, dass sie vielmehr individuell unter Umständen grösser gefunden wird, wo nichts zu der Annahme pathologischer Veränderungen berechtigt. Auf der andern Seite kommen hinwiederum Fälle von auffallender Kleinheit vor, so dass sich in unsern Tabellen die Extreme ziemlich genau das Gleichgewicht halten dürften. In die linke Lunge theilen sich die beiden Lappen durchschnittlich beinahe gleichmässig, ohne individuelle Abweichungen in entgegengesetzter Richtung auszuschliessen. Es kann der obere, wie der untere Lappen seinem Genossen weit überlegen sein. Von der rechten Lunge nimmt der untere Lappen beinahe die volle Hälfte für sich in Anspruch. Die andere Hälfte kommt dem obern und mittlern Lappen zu Gute, wobei dem letzteren freilich übel mitgespielt wird. Er ist ausnahmslos der kleinste von allen, während zwischen oberm und unterm Lappen individuell wiederum das Grössenverhältniss zu Gunsten des erstern sich so weit umkehren kann, dass er dem letzteren, wenn auch nicht gerade um sehr viel, doch immerhin entschieden überlegen wird. Je umfänglicher er ausfällt, um so stärker drängt er natürlich den mittlern Lappen nach unten, während dieser um so höher aufsteigt, in je engere Grenzen jener gebannt wird. Die verschiedene Steilheit im Verlaufe der Seitenbronchen, von der schon früher die Rede gewesen, ist die nothwendige und natürliche Folge dieser schwankenden Verhältnisse. Ich mache noch ausdrücklich darauf aufmerksam, dass beim Erwachsenen in der Vertheilung der Lungensubstanz ein Einfluss des Alters nicht bemerklich ist. Dem Gedächtnisse kommt zu Hülfe, dass die beiden Lappen der linken und der untere Lappen der rechten Lunge relativ mit ungefähr je der Hälfte ihres Organs der Masse nach einander gleichwerthig sind.

Von jüngern Altersstufen ist in meinen Beobachtungen nur diejenige des Neugebornen, der geathmet hatte und dessen Lungen daher lufthaltig waren, mit einer grössern Anzahl von Individuen vertreten. Ich berechne diese zunächst auf ein einheitliches Mittel, das mit den vereinzelten Individuen der übrigen Stufen in eine Reihe zusammengestellt werden kann. Da selbst beim Erwachsenen Geschlechtsunterschiede typischer Art fehlen, so halte ich es für überflüssig, Knaben und Mädchen zu trennen. Alle Lungen waren vollkommen lufthaltig und bestanden die Lungenprobe mit Erfolg.

Geschlecht	Absolutes Volumen der lufthaltigen Lungen von Neugebornen in □cm							
	Rechte Lunge			Linke Lunge		Gesammtvolumen		
						der		
	Oberer Lappen	Mittlerer Lappen	Unterer Lappen	Oberer Lappen	Unterer Lappen	rechten Lunge	linken Lunge	beider Lungen
1) Knabe . . .	9.2	7.6	14.6	13.4	15.6	31.4	29.0	60.4
2) Knabe . . .	10.5	12.5	21.0	13.2	21.6	44.0	34.8	78.8
3) Knabe . . .	11.4	11.8	26.2	13.6	21.6	49.4	35 2	84.6
4) Knabe . . .	10.4	8.7	17.5	13.6	16.8	36.6	30.4	67.0
5) Knabe . . .	13.5	11.2	21.3	14.3	16.3	46.0	30.6	76.6
6) Knabe . . .	7.7	7.6	15.0	10.7	17.4	30.3	28.1	58.4
7) Knabe . . .	9.3	6.0	17.2	10.8	14.4	32.5	25.2	57.7
8) Mädchen . .	16.4	10.6	24.2	13.6	14.3	51.4	27.9	79.3
9) Mädchen . .	6.4	5.5	13.0	6.8	11.0	24.9	17.8	42.7
10) ?	12.2	8.2	17.0	16.6	16.8	37.4	33.4	70.8
Mittel	10.7	9.0	18.7	12.7	16.6	38.4	29.3	67.7
	(6.4—16.4)	(5.5—12.5)	(13.0—26.2)	(6.8—16.6)	(11.0—21.6)	(24.9—51.4)	(17.8—34.8)	(42.7—84.6)

Geschlecht	Relatives Volumen in Proc. der ganzen Lunge.					
	Rechte Lunge			Linke Lunge		Gesammtvolumen der linken Lunge in Proc. der rechten
	Oberer Lappen	Mittlerer Lappen	Unterer Lappen	Oberer Lappen	Unterer Lappen	
1) Knabe	29.3	24.2	46.5	46.2	53.8	92.4
2) Knabe	23.9	28.4	47.7	37.9	62.1	79.1
3) Knabe	23.1	23.9	53.0	38.6	61.4	71.2
4) Knabe	28.4	23.8	47.8	44.7	55.3	83.1
5) Knabe	29.3	24.3	46.3	46.7	53.3	61.0
6) Knabe	25.4	25.1	49.5	38.1	61.9	92.7
7) Knabe	28.6	18.5	52.9	42.8	57.2	77.5
8) Mädchen . . .	31.9	20.6	47.5	48.7	51.3	54.3
9) Mädchen . . .	25.7	22.1	52.2	38.2	61.8	71.5
10) ? . . .	32.7	21.9	45.4	49.7	50.3	89.3
Mittel	27.8	23.3	48.9	43.2	56.8	77.2
	(23.1—32.7)	(18.5—28.4)	(45.4—53.0)	(37.9—49.7)	(50.3—62.1)	(54.3—92.7)

Wir verschieben die Besprechung dieser Zahlen auf den Zeitpunkt, wo wir uns auch mit andern jugendlichen Altersstufen vertraut gemacht haben werden. Ich ordne sie nach zunehmendem Alter.

	Absolutes Volumen in □cm					Gesammtvolumen der		Bemerkungen
	Rechte Lunge			Linke Lunge				
	Oberer Lappen	Mittlerer Lappen	Unterer Lappen	Oberer Lappen	Unterer Lappen	rechten Lunge	linken Lunge	
1) Unreife Frucht von 30 cm Länge . . .	1.6	1.4	3.3	1.8	2.8	6.3	4.6	
2) Unreife Frucht aus dem 6. Monate. Männl.	4.0	2.8	7.7	4.5	5.4	14.5	9.9	Zwillinge. Lebten einige Stunden. Lunge lufthaltig.
3) Unreife Frucht aus dem 6. Monate. Weibl.	3.2	2.5	6.3	4.5	5.5	12.0	10.0	
4) Unreife Frucht von 7 Monaten. Männlich	4.6	3.0	8.4	5.5	6.9	16.0	12.4	Todtgeboren. Körperlänge: 39 cm. Lunge luftleer.
5) Unreife Frucht von 7 Monaten. Weiblich	3.7	3.0	8.0	5.2	7.2	14.7	12.4	Faultodt. Körperlänge: 38 cm. Lunge luftleer.
6) Männl. Frucht vom Ende der Schwangerschaft	8.8	7.8	18.4	11.4	14.8	35.0	26.2	Lunge luftleer.
7) Neugebornes Kind .	10.7	9.0	18.7	12.7	16.6	38.4	29.3	Lunge lufthaltig. Mittel aus 10 Fällen.
8) Knabe von 2 Monaten	18.0	13.0	27.0	23.8	28.3	58.2	52.1	
9) Mädchen von 2 Mon.	11.8	8.7	24.0	16.4	20.5	44.5	36.9	
10) Kind von etwa 5 Mon.	11.8	9.3	23.6	14.6	21.0	44.7	35.6	
11) Kind von etwa 5 Mon.	15.4	14.2	28.9	20.5	24.4	58.5	44.9	
12) Kind von 6 Monaten	52.0	40.0	70.0	75.0	55.0	162.0	130.0	Käsige Pneumonie.
13) Knabe von 11 Mon. .	41.0	31.0	77.0	60.0	63.0	149.0	123.0	Rechtseitige Pleuritis. Gangrän des linken Unterschenkels.
14) Knabe von 4 Jahren	95.0	43.0	112.0	90.0	90.0	250.0	180.0	Rechts lobuläre Pneumonie. Diphtheritis.
15) Mädchen von $4^1/_2$ Jahr.	42.0	25.0	104.0	68.0	90.0	171.0	158.0	Peritonitis tuberculosa.
16) Knabe von 8 Jahren	97.0	53.0	130.0	127.0	120.0	280.0	247.0	Lungen normal.
17) Mädchen von 15 Jahr.	118.0	46.0	190.0	100.0	172.0	354.0	272.0	Beginnende Miliartuberculose. Leichtes Emphysem.
18) - - 15 Jahr.	84.0	35.0	177.0	145.0	260.0	296.0	405.0	Lungen anämisch, sonst normal.
19) Erwachsener Mann	332.4	132.6	408.0	363.2	381.6	873.0	744.8	Mittel aus 20 Fällen.
20) Erwachsenes Weib	269.4	113.8	322.0	294.9	290.4	705.2	585.3	Mittel aus 16 Fällen.

	Relatives Volumen in Procenten der ganzen Lunge.					Gesammtvolumen der linken Lunge
	Rechte Lunge.			Linke Lunge		
	Oberer Lappen	Mittlerer Lappen	Unterer Lappen	Oberer Lappen	Unterer Lappen	in Proc. der rechten
1) Unreife Frucht von 30 cm Länge . . .	25.4	22.2	52.4	39.1	60.9	73.0
2) Unreife Frucht aus dem 6. Monate. Männl. .	27.6	19.3	53.1	45.4	54.6	68.3
3) Unreife Frucht aus dem 6. Monate. Weibl.	26.7	20.8	52.5	45.0	55.0	83.3
4) Unreife Frucht von 7 Monaten. Männl.	28.7	18.8	52.5	44.3	55 6	77.5
5) Unreife Frucht von 7 Monaten. Weibl.	25.2	20.4	54.4	41.9	58.1	84.3
6) Männliche Frucht vom Ende der Schwangerschaft	25.1	22.3	52.6	43.5	56.5	74.9
7) Neugebornes Kind .	27.8 (23.1—32.7)	23.3 (18.5—28.4)	48.9 (45.4—53.0)	43.2 (37.9—49.7)	56 8 (50.3—62.1)	77.2 (54.3—92.7)
8) Knabe von 2 Monaten	30.9	22.3	46.7	45.7	54.3	89.5
9) Mädchen von 5 Monat.	26.5	19.5	54.0	44.5	55.5	83.0
10) Kind von etwa 5 Mon.	26.4	20.8	52.8	41.0	59.0	79.6
11) - - - 5 Mon.	26.3	24.3	49.4	45.6	54.4	76.8
12) Kind von 6 Monaten	32.1	24.7	43.2	57.7	42.3	76.8
13) Knabe von 11 Monaten	27.5	20.7	51.7	48.8	51.2	80.3
14) - - 4 Jahren	38.0	17.2	44.8	50.0	50.0	82.5
15) Mädchen von 4½ Jahr.	24.5	14.6	60.8	43.0	57.0	72.0
16) Knabe von 8 Jahren	34.6	18.9	46.4	51.4	48.6	92.4
17) Mädchen von 15 Jahren	33.3	13.0	53.7	36.7	63.3	88.2
18) - - 15 Jahren	28.4	11.8	59.8	35.8	64.2	76.8
19) Erwachsener Mann .	38.4 (28.5—49.2)	14.9 (10.5—22.4)	46.7 (35.2—56.8)	49.1 (31.0—72.9)	50.9 (27.1—69.0)	137.7
20) Erwachsenes Weib .	38.3 (22.9—47.6)	15.9 (9.8—22.6)	45.7 (38.4—57.2)	50.3 (33.3—59.7)	49.7 (40.3—66.6)	86.5 (59.9—118.8) 83.4 (63.8—101.3)
Mittel aller unreifen Früchte (Nr. 1—6)	26.5	20.6	52.9	43.2	56.8	76.9
Mittel aller Neugebornen (Nr. 7)	27.8	23.3	48.9	43.2	56.8	77.2
Mittel für das erste Jahr (Nr. 8—13)	28.2	22.1	49.6	47.2	52.8	81.9
Mittel für das 4.—8. Jahr (Nr. 14—16)	32.4	16.9	50.7	48.1	51.9	84.3
Mittel für das 15. Jahr (Nr. 17—18)	30.8	12.4	56.8	36.2	63.8	107.2
Mittel für alle Erwachsenen (Nr. (19—20) . . .	38.4	15.4	46.2	49.7	50.3	85.0

Obgleich die Zahl der untersuchten Altersstufen nicht eben beträchtlich ist und ausserdem die Verwerthbarkeit der gefundenen Grössen noch darunter leidet, dass Angaben über die allgemeine Körperbeschaffenheit der bezüglichen Individuen fehlen, so lassen sich doch dem absoluten Volumen der Lungen einige Gesichtspunkte mit ziemlicher Sicherheit entnehmen. Es zeigt sich, dass zwei Perioden relativ stärksten Lungenwachsthums vorhanden sind, deren eine in die zweite Hälfte des ersten Lebensjahres, deren andere in die Zeit der

Pubertät fällt. Wenn nicht zufällig ungewöhnlich kümmerliche Individuen, worüber mir keine Nachrichten zukamen, das Material für die ersten Monate nach der Geburt geliefert haben, so macht während derselben die Vergrösserung der Lungen nur bescheidene Fortschritte. Erst später kommt die Sache in lebhafteren Gang, so dass sich mit Schluss des ersten Lebensjahres die Lunge auf etwa das Vierfache des anfänglichen Volums erweitert hat. Vergrösserung auf etwa das Achtfache bildet die Aufgabe der nächsten Lebensjahre bis zum 8. hin. Dann wird die Entwicklung so sehr verzögert, dass sie bis zur Pubertät nur bis auf das Zehnfache fortschreitet. Jetzt erst nimmt sie einen neuen Anlauf zur raschen Ausweitung bis auf das Zwanzigfache des Werthes bei Neugebornen. Es liegt hierin übrigens nur die Bestätigung bereits von andrer Seite gemachter Angaben.

Huschke[1]) glaubt bemerkt zu haben, dass die rechte Lunge beim Neugebornen und im Kindesalter ein günstigeres Verhältniss zur linken darbiete, als späterhin, nämlich wie 6 : 5 statt 11 : 10. Ob solches Regel sei, müsse aber noch strenger untersucht werden. Dass dem in der That so ist, scheint auch aus unsern Zahlen, wenigstens für die jüngsten Altersstufen bis zur Geburt, hervorzugehen. Indessen gleicht sich der Unterschied bereits im ersten Lebensjahre aus und individuell kann er selbst vollständig verwischt werden. In unsern Fällen scheint er überhaupt wesentlich darauf zu beruhen, dass die niedrigen Zahlenwerthe auf allen Altersstufen ungefähr dieselben sind, die höhern dagegen bei ältern Individuen weiter hinaufreichen, als bei jüngern.

Sehr ausgesprochen erscheint der Einfluss des Alters auf die relative Grösse der einzelnen Lungenlappen. Trotz allen individuellen Schwankungen ist hier nicht zu verkennen, wie der oberste Lappen einer jeden Seite im Beginn der Entwicklung von relativ geringerer Ausdehnung ist als später. Es kommt dies links dem untern, rechts vorzugsweise dem mittlern Lappen zu Gute. Noch beim Neugebornen ist der untere Lappen der linken Lunge ganz entschieden grösser als der obere. Ebenso bleibt der mittlere Lappen rechts nur wenig hinter dem obern zurück. Sache der ersten Lebensjahre ist es, diesen Zustand in denjenigen überzuführen, wie wir ihn beim Erwachsenen getroffen haben. Für die Entwicklungsgeschichte der Lungen und wohl auch für die Physiologie derselben ist dieses stärkere Wachsthum der obern Lungenlappen gegenüber den untern sicherlich von hoher Bedeutung. Auch darf wohl vermuthet werden, dass sich die auffällige Kaliberverschiedenheit zwischen dem Anfangsabschnitte des Bronchialbaums und dessen Fortsetzung erst nach der Geburt zu der bekannten Schärfe herausbilde und das ganze System früher von grösserer Gleichartigkeit gewesen sei. Namentlich ist die Stellung des morphologisch so wichtigen mittleren Lappens der rechten Lunge auch dem Umfange nach keineswegs eine so untergeordnete, wie es später der Fall zu sein pflegt. Es ist der obere Lappen, der ihn allmälig in eine solche hineindrängt.

---

[1]) Sam. Th. v. Sömmering, Lehre von den Eingeweiden und Sinnesorganen des menschlichen Körpers. Umgearbeitet und beendigt von E. Huschke. S. 282. Leipzig 1844.

D. Zur feinern Architectur der Lunge.

Von HUSCHKE[1]) rührt die Angabe her, dass man die Zahl der Lungenzellchen in beiden Lungen auf 1700—1800 Millionen schätze und dass sie jedenfalls sehr bedeutend sei. Ausgebreitet gedacht würden sie eine Fläche von 2000 □′ geben. Es ist mir nicht bekannt geworden, worauf sich diese Schätzung stützt. Man hat sie nachgeschrieben, ob jemals auch nachgerechnet, habe ich, wie gleich begründet werden soll, alle Ursache, in Zweifel zu ziehen. Versuchen wir einmal, eine solche Rechnung aufzustellen.

Nach den vorliegenden Messungen ist die Annahme, dass bei Erwachsenen vom 20. bis 80. Lebensjahre die Lungenbläschen im völlig erschlafften Zustande durchschnittlich einen Durchmesser von 0,2 oder $^1/_5$ mm besitzen, sicherlich eher zu niedrig, als zu hoch gegriffen. Legen wir indessen diesen Werth unsrer Berechnung zu Grunde, so besitzt unter der weitern Voraussetzung, dass das Bläschen der Form nach um eine Kugel oscillire, ein jedes von ihnen eine Wandfläche von 0,125 oder $^1/_8$ □ mm und einen Kubikinhalt von 0,004 oder $^1/_{250}$ ⧉ mm. Somit enthält jeder Kubikmillimeter Lungensubstanz 250 Bläschen mit einer gesammten Wandfläche von 31,2 □ mm. Darnach stellt sich nun die Rechnung im weitern folgendermaassen:

	Zahl der Lungenbläschen	Wandfläche
1 ⧉ mm	250	31,2 □ mm
1 ⧉ ctm	250 000	31 200 □ mm
Lunge des Mannes: 1617 ⧉ cm	404 500 000	50 450 400 □ mm
Lunge des Weibes: 1290 ⧉ cm	322 500 000	40 248 000 □ mm

Die Zahlen von HUSCHKE sind also viel zu hoch gegriffen. Statt der angenommenen 1700—1800 sind nur 3—400 Millionen, freilich immer noch eine stattliche Menge, vorhanden, wobei ich es dahingestellt lassen muss, ob beim weiblichen Geschlechte die Zahl der Bläschen wirklich nach Maassgabe des geringern Lungenumfanges kleiner ist oder ob wenigstens ein theilweiser Ausgleich durch ein geringeres Kaliber erzielt wird. Bezügliche Maassangaben liegen nicht vor. Aehnlich verhält es sich mit der Wandfläche. Die erschlaffte Lunge besitzt eine solche von rund 50 und 40 Quadratmeter oder von 500 und 400 Quadratfuss. Nehmen wir nun an, dass während des hermetischen Einschlusses in den Brustkorb die Lunge das Doppelte des obigen Kalibers besitze, so giebt das für das einzelne Bläschen doch immer nur eine Vergrösserung der Wandfläche auf 0,196 oder beinahe $^1/_5$ □ mm und für die ganze männliche Lunge auf 79,28 □ Meter oder 792,8 □ Fuss, für die weibliche auf 63,21 □ Meter oder 632,1 □ Fuss. Dies wäre somit die Oberfläche des ruhenden Organs. Setzen wir dann die vitale Capacität wiederum gleich dem Umfange

1) v. SÖMMERING, vom Baue des menschlichen Körpers. Bd. 5. S. 268. Leipzig 1844.

der ruhenden Lunge, so dehnt sich dabei die letztere beim Mann auf 6468, beim Weibe auf 5160 ⊡ cm aus. Das giebt für die Wandfläche eines Bläschens 0,321 oder beinahe 1/3 □mm und für die ganze Lunge des Mannes 129,84 □Meter oder 1298,4 □ Fuss, des Weibes 103,52 □Meter oder 1035,2 □Fuss. Also selbst bei Ansätzen, die zweifellos als Mittelwerthe eher zu hoch denn zu niedrig gegriffen sind[1]), kommen wir nicht von ferne zu den von Huschke angegebenen Grössen, eine Thatsache, die nach verschiedenen Richtungen hin von Bedeutung ist. Diese ältern Angaben müssen also ein für alle Mal als dem wirklichen Sachverhalte nicht entsprechend fallen gelassen werden.

Wir schliessen hier noch gleich eine weitere wichtige Frage an. Es herrscht wohl allgemein die Meinung, dass das Wachsthum der Lunge nach der Geburt ausschliesslich auf Rechnung der Grössenzunahme ihrer Bläschen zu setzen sei und eine Neubildung spezifischer Elemente nicht stattfinde. Reicht erstere wirklich zu dem verlangten Zwecke aus? Wir können darauf durch Rechnung antworten. Setzen wir bei Neugebornen den Durchmesser der Bläschen zu etwa einem Drittel von demjenigen des Erwachsenen, also zu 0,07 mm, so entspricht dies einem Kubikinhalt von 0,00018 oder $^1/_{5555}$ Cubikmillimeter. Daraus berechnet sich für die Bläschenzahl der männlichen Lunge ein Gesammtvolumen von 72,81, für diejenige der weiblichen Lunge ein solches von 58,05, im Mittel für beide von 65,42 Cubikcentimeter, folglich ein Volumen, das auffällig genau mit dem von uns thatsächlich an den Lungen von Neugebornen bestimmten (67,7 ⊡ cm) übereinstimmt. Damit ist denn auch streng bewiesen, dass das Wachsthum der Lunge ausschliesslich durch Vergrösserung der bereits zur Zeit der Geburt vorhandenen Elemente stattfindet. Dabei ist nicht ausser Acht zu lassen, dass die Zunahme der Wandfläche nicht gleichen Schritt hält mit der Vergrösserung des Kubikinhaltes, sondern innerhalb engerer Grenzen fortschreitet. Erstere beträgt für die kindliche Lunge bei Annahme der männ-

---

1) Die Frage nach der wirklichen Capacität der Lunge in den verschiedenen Phasen ihrer Thätigkeit kümmert uns hier weiter nicht und wir haben keine Veranlassung, darauf einzutreten. Es bedarf auch kaum der ausdrücklichen Erklärung, dass die der Berechnung zu Grunde gelegte einfache Progression ohne alle directe Beziehung auf sie und nur im Interesse möglichst leicht vergleichbarer Zahlenergebnisse gewählt worden ist. Trotzdem glaube ich, dass sie der Wahrheit erheblich näher kommt, als solches nach den neuesten Angaben von Waldenburg (Bestimmung der Grösse der Residualluft, der Respirations-, Reserve- und Complementärluft. Zeitschrift für klinische Medizin von Frerichs und Leyden. Bd. 1. Heft 1. Berlin 1879) der Fall sein müsste. Derselbe berechnet die Residualluft auf beiläufig 10 000 ⊡cm (S. 39) und schliesst daher ganz folgerichtig, dass sie nicht nur nicht kleiner, sondern mindestens doppelt oder nahezu doppelt so gross sei als die Vitalcapacität (S. 46). Meines Erachtens liegt in dem Volumen der erschlafften Lunge der sichere Beweis für die Unrichtigkeit der Waldenburg'schen Angaben. Besässe die Residualluft wirklich den von ihm behaupteten hohen Werth, so müsste, wenn wir uns das Kaliber der Lunge als reinen Luftraum denken, dasselbe nach Eröffnung der Brusthöhle auf mindestens 1/6, ja, da deren Wandungen im Tode weit davon entfernt sind, sich in äusserster Exspirationsstellung zu befinden, auf noch weit weniger zurückgehen, um die von uns thatsächlich gefundenen Werthe anzunehmen. Mit andern Worten, die eröffnete Brusthöhle müsste zu einem so grossen Theile leer und die Lunge im Verhältniss zu ihr so stark geschrumpft gefunden werden, wie es erfahrungsgemäss in Wirklichkeit gar nie der Fall ist.

lichen Bläschenzahl 6,23 □Meter oder 62,3 □Fuss, der weiblichen 4,97 □Meter oder 49,7 □Fuss. Vergleichen wir nun Kubikinhalt und Wandfläche der Lungen des Neugebornen und des Erwachsenen, so finden wir für jenen eine Werthsteigerung um das 22-, für diese nur eine solche um das 8fache. Es wäre daher ein grober Fehler, in der relativen Grösse verschiedener Lungen, sei sie nun als Volumen oder als Gewicht aufgefasst, einen directen Ausdruck für die Leistungsfähigkeit erblicken zu wollen. Solches ist namentlich auch bei der Erweiterung der Lunge durch tiefere Inspiration zu berücksichtigen. Steigt beispielsweise nach unsern obigen Berechnungen das Volumen einer Lunge von 3234 auf 6468 Cubikcentimeter, also von 1 auf 2, so verhalten sich die beiderseitigen Wandflächen zu einander nur wie 79,28 zu 129,84 □Meter oder wie 1 : 1,64.

Es ist nicht ganz ohne Interesse, das Kaliber der Lunge mit demjenigen der zuführenden Luftwege zu vergleichen. Vermittelst der bei Erwachsenen gewonnenen Mittelwerthe lässt sich dies durchführen, freilich nur in allgemeinen Umrissen, da es ja verschiedene Individuen sind, die das Material für die Luftwege und für die Lungen geliefert haben. Die Kaliber der beiden Lungen verhalten sich wie 100 : 85, die der zuführenden Stammbronchen wie 100 : 70,7. Der linkseitige Bronchus ist somit verhältnissmässig enger, was sich auch daraus ergiebt, dass auf 1 Quadratmillimeter Querschnitt des rechten Bronchus 4,2, auf 1 Quadratmillimeter des linken Bronchus 4,6 Kubikcentimeter völlig erschlaffter Lungensubstanz zu stehen kommt. Das procentische Volumen der rechtseitigen Lungenlappen zeigt die Werthe 38,4 : 15,4 : 46,2, das procentische Kaliber der zugehörigen Luftröhrenäste die Werthe 37,0 : 20,8 : 42,2. Links erhalten wir für die Lappen 49,7 : 50,3, für die Kaliber der Bronchen 46,7 : 53,3. Die beiderseitigen Verhältnisszahlen stimmen unter einander nicht vollständig überein. Daher fallen auch auf 1 Quadratmillimeter Querschnitt der Bronchen rechts vom obern Lappen 4,7, vom mittlern 3,4, vom untern 5,0, links vom obern Lappen 4,6, vom untern 4,2 Kubikcentimeter erschlaffter Lungensubstanz. Für beide Lungen ist das Mittel mit 4,4 Kubikcentimeter das gleiche. Das entspricht einer Zahl von 1 Million und 100 Tausend Lungenbläschen mit einer Wandfläche von 137280 Quadratmillimeter. Denken wir uns im hermetisch geschlossenen Brustkorbe die ruhende Lunge von der doppelten Ausdehnung der herausgenommenen und völlig erschlafften, so hätte durchschnittlich jeder Quadratmillimeter eines Lappenbronchus über ein Areal von 8,8 Kubikcentimeter mit einer Wandfläche von 215600 Quadratmillimeter zu verfügen. Es sind dies Zahlen, die trotz ihres nur relativen Werthes immerhin dadurch einiges Interesse bieten, dass sie dazu beitragen, uns eine reelle Vorstellung von der gewaltigen Ausweitung zu verschaffen, welche die respiratorische Oberfläche im Innern der Lungensubstanz erfährt.

III. Der Bronchialbaum der Vögel und der Reptilien.

Die so überraschend einheitliche Entwicklung des Bronchialbaums bei den Säugethieren legt den Gedanken nahe, das ihr eine noch allgemeinere Bedeutung zukomme. Die Lungen aller Wirbelthiere sind ja homologe Organe. Eine gewisse Aehnlichkeit der allgemeinen Structurverhältnisse dürfte somit wohl zu erwarten sein. Oder sollte wirklich, wie man dies vielfach anzunehmen geneigt scheint, eine nicht zu überbrückende Kluft zwischen ihren niedern und höhern Formen bestehen? Es lohnte sich schon der Mühe, die Lösung dieser Fragen, die sich mir mit dem Fortschreiten meiner Arbeit immer lebhafter aufdrängten, zu versuchen.

Es ist längst bekannt, dass sich bei den Vögeln die Luftröhre innerhalb der Lungensubstanz in eine mässige Anzahl grösserer Kanäle auflöst, von denen feinere Seitenäste ausgehen. CUVIER[1]) macht einige Angaben über die Zahl und Anordnung ihrer Anfangsöffnungen. Ueber den weitern Verlauf habe ich aus der Literatur wenig Erspriessliches zu erfahren vermocht. Die Dünnwandigkeit der betreffenden Kanäle und ihre innige Verknüpfung mit der benachbarten Lungensubstanz macht es trotz der Oberflächlichkeit ihrer Lage ziemlich schwer, sie übersichtlich in ihrer Gesammtheit darzustellen. Die Ausgussmethode, deren wir uns schon bei den Säugethierlungen mit so grossem Vortheil bedient haben, hilft auch hier über alle Schwierigkeiten hinweg und bringt Verhältnisse, von denen man sonst kaum eine Ahnung zu gewinnen vermag, mit überzeugender Klarheit zum Vorschein. Ich habe bisher allerdings nur bei wenigen Vögeln (Colymbus, Fulica, Strix, Buteo) Gelegenheit gehabt, sie in Anwendung zu bringen, doch ist an der allgemeinen Gültigkeit des erzielten Resultates kaum zu zweifeln, um so weniger, als ich es ausserdem an einer Anzahl von frischen Lungen (Cygnus, Ardea, Anas, Gallus) zu bestätigen vermochte.

Von einer dichotomischen Theilung weiss der Bronchialbaum der Vögel ebensowenig, ja ich möchte beinahe sagen, noch weniger etwas, als derjenige der Säugethiere. Der Stammbronchus geht fast geradlinig bis an das freie Ende der Lunge. Dabei kreuzt er sich gleichfalls in seinem obern Abschnitte mit der Lungenarterie, die nach Abgabe eines aufsteigenden Astes zum eparteriellen Bezirke hinter ihm nach unten verläuft, während die Vene an seiner Vorderseite verbleibt. Eparterieller und hyparterieller Abschnitt entsenden Seitenbronchen, und zwar, in auffälligem Gegensatz zu den Säugethieren, nach verschiedenen Richtungen. Die hyparteriellen Zweige gehen zur Aussenseite, die eparteriellen zur Innenseite des Organes, so dass dessen Körpersubstanz zwischen beide zu liegen kommt. Der ganze Bronchialbaum gewinnt in Folge davon ein sehr eigenthümliches Gepräge, das sich erst bei genauerem Zusehen mit demjenigen der Säugethiere in Einklang bringen lässt (Fig. 9).

1) G. CUVIER, Leçons d'anatomie comparée Paris, 1810. T. VII. p. 119.

Das hyparterielle System stimmt in allen wesentlichen Punkten mit demjenigen der Säugethiere überein. Zwei Längsreihen von Seitenästen wachsen in entgegengesetzter Richtung aus dem Stammbronchus hervor, um sich in windschiefer Ebene von oben und vorn nach hinten und unten an die Aussenseite der Lunge anzulehnen. Die hintern oder äussern Aeste übertreffen die vordern oder innern bedeutend an Länge. Ich habe ihrer in den mir zugänglichen Fällen neun gezählt, eine Zahl, welche der bei Säugethieren gefundenen gleich ist. Die vordern scheinen bisweilen etwas weniger zahlreich zu sein.

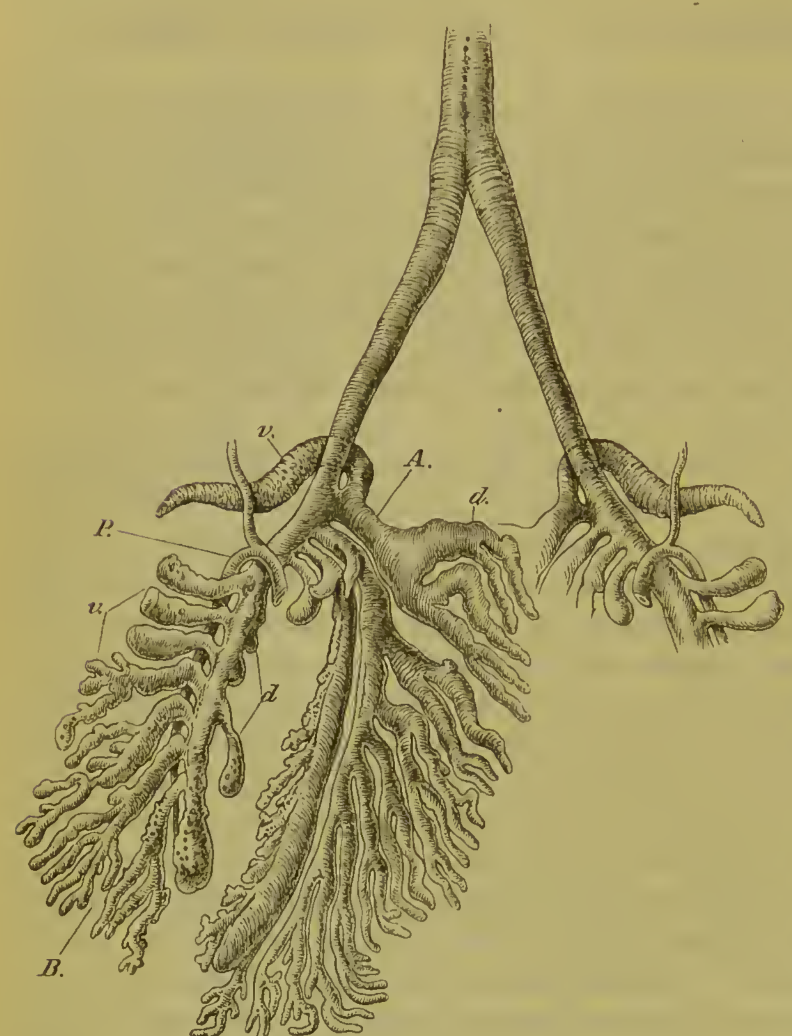


Fig. 9. Bronchialbaum eines Vogels (Colymbus?). Vorderansicht nach einem Metallausgusse. Die linke Hälfte der Raumersparniss wegen grossentheils weggelassen. Das eparterielle und hyparterielle Bronchialsystem mit den einander ursprünglich zugekehrten Seiten nach hinten auf eine horizontale Ebene auseinandergelegt, um die innere Gliederung sichtbar zu machen. — *P*, Lungenarterie mit aufsteigendem Seitenaste. — *A*, eparterielles, *B*, hyparterielles Bronchialsystem; *v*, ventrale, *d*, dorsale Verzweigung, letztere auf der hyparteriellen Seite im Ausgusse nur unvollkommen erhalten. Die Ausdrücke ventral und dorsal sind so gewählt, wie es nicht die spezielle Stellung beim Vogel, sondern die Homologie mit den entsprechenden Zweigen bei den Säugethieren erfordert.

In höchst eigenartiger, von derjenigen bei Säugethieren sehr abweichender Form tritt uns das eparterielle System entgegen. Es enthält immer mehrere, doch weniger Zweige als das hyparterielle, und dieselben niemals zu einer Doppelreihe, sondern immer nur zu einfacher Längsreihe geordnet. Die Zahl vier scheint die typische zu sein. Der von Cuvier (a. a. O. S. 120) gegebenen Darstellung zufolge dürfte sie indessen beim Strauss auf fünf ansteigen. Auch bezeichnet derselbe die Lage des fünften Zweiges als gegenüber, also in gleicher Höhe mit dem ersten hyparteriellen, während der letzte der von mir gesehenen vier eparteriellen Zweige entschieden höher lag als der nächste hyparterielle. Die drei untern eparteriellen Zweige halten sich ausschliesslich an die Innenfläche der Lunge. Der oberste wird dadurch eigenartig, dass er gleich nach seinem Ursprunge in hakenartiger Krümmung einen einfachen Seitenast um die

Aussenseite des Stammbronchus herum und über den Arterienstamm hinweg nach vorn in das Gebiet des hyparteriellen Systems schickt und sich somit gleich dem einfachen eparteriellen Bronchus der Säugethiere in dorsaler wie ventraler Richtung verästelt. Der zweite und dritte Bronchus ist durch Länge ausgezeichnet. Bei gleicher Entwicklung reichen beide bis an das untere Ende der Lunge. Dabei liegen sie dicht neben einander und lassen aus ihren freien Rändern, also nach entgegengesetzten Seiten, zahlreiche, einander parallele Seitenzweige spitzwinklig hervortreten. Bleibt der zweite Bronchus hinter dem dritten an Länge zurück, so wird das jenen überragende Ende des letzteren durch zwei einander gegenüberstehende Reihen von Seitenzweigen doppelt gefiedert. Der vierte Bronchus ist klein, unansehnlich und offenbar in starker Rückbildung begriffen. Der peripherischen Raumentwicklung nach kommt das eparterielle System dem hyparteriellen zum mindesten gleich.

Der charakteristische Unterschied zwischen den Bronchialbäumen der Vögel und der Säugethiere liegt also vornehmlich in der verschiedenen Ausbildung des eparteriellen Bezirkes. Bei den ersteren enthält derselbe noch Elemente, die bei den letzteren spurlos verschwunden sind. Diese bringen es günstigsten Falles dahin, den obersten der eparteriellen Zweige, wie sie bei Vögeln vorkommen, fest zu halten, doch mit der Abänderung, dass sein Hauptgewicht, statt wie dort auf die dorsale, nunmehr auf die ventrale Seite verlegt wird. Bekanntlich verschwindet auch er noch häufig genug vollständig. Jetzt verliert seine Eigenart viel von ihrem Räthselhaften und wird die von ihm so schroff eingehaltene Sonderstellung, wenn auch nicht erklärlich, doch weniger unbegreiflich. Der Herkunft nach ist er eben in der That von all den übrigen Seitenbronchen verschieden. Mit ihm geht das letzte Ueberbleibsel einer untergegangenen Generation zu Grabe. Sein Verschwinden ist der Schlussakt eines Vorganges, der bei den Vögeln eingeleitet wird. Diesen Erfahrungen gegenüber kann es keinen Augenblick zweifelhaft sein, dass das Vorkommen eparterieller Zweige bei Säugethieren als ein Kennzeichen der primären, ihr theilweises oder gar vollständiges Fehlen als das Merkmal einer secundären, durch fortschreitende Differenzirung entstandenen Form zu deuten sei. Eine Asymmetrie, wie sie auf diesem Gebiete bei Säugethieren vorkommt, ist bei Vögeln selbstverständlich ausgeschlossen. Innerhalb engerer Grenzen, durch ungleiche Ausbildung der beiderseitigen Systeme, wäre sie immerhin denkbar. In den von mir beobachteten Fällen war sie nicht vorhanden.

Mit der Rückbildung des eparteriellen Systems bei den Säugethieren vollzieht sich noch eine andere Aenderung. Das hyparterielle System der Vögel liegt so, dass es den Lungenkörper von vorn und aussen her umfasst. Bei den Säugethieren hat es sich mit dem Stammbronchus um dessen Achse derart nach vorn und innen gedreht, dass die Hauptmasse der Lunge an seine Aussenseite zu liegen kommt. Seine bisher nach hinten gerichteten längern Zweige wenden sich jetzt als ventrale nach vorn und seine bisher vordern werden zu hintern oder dorsalen. Gleichzeitig wächst die Lungensubstanz über sie hinweg und drängt sie in die Tiefe, doch nicht so sehr, dass sie auf eine wenigstens relativ oberflächliche Lage verzichten müssten. Die bei den Vögeln

äussere Seite der Lunge ist bei den Säugethieren zur innern geworden und das hyparterielle Astsystem in die Ebene des eparteriellen verschoben. Der Gegensatz, der bezüglich der Lagerung ursprünglich zwischen beiden bestand, hat sich verflacht. Die bei Vögeln so ausgesprochene Zweitheilung des Bronchialbaums ist bei Säugethieren in Folge davon beinahe völlig verschwunden.

Der Schritt von den Vögeln hinüber zu den Reptilien ist leicht zu thun. Beide stehen einander in der allgemeinen Gliederung des Bronchialbaums ausserordentlich nahe. Von einer dichotomischen Verzweigung des Stammbronchus ist bei letzteren überhaupt nie die Rede gewesen. Dafür war sein gestreckter Verlauf und sein die Umgebung entschieden beherrschendes Kaliber zu offenkundig. Natürlich kommen hierbei nur solche Reptilien in Betracht, deren Lungen die einfache Sackform überwunden haben. Mir standen bloss Crocodilus sclerops, Testudo tabulata und Megachelys Temminckii zur Verfügung. Sie verhielten sich für die in Frage kommenden Verhältnisse wesentlich wie die Vögel. Dieselbe Kreuzung zwischen Stammbronchus und Arterie. Dieselbe Erweiterung des eparteriellen Systems nach abwärts, nur noch ausgiebiger, so dass es theilweise neben das hyparterielle zu liegen kam. Mein Material reichte leider nicht aus, um zu bestimmen, in welcher Ausdehnung solches geschieht. Soviel scheint aber doch sicher zu sein, dass bei den Reptilien der sonst überall so bestimmt ausgesprochene reine Gegensatz einer eparteriellen und hyparteriellen Bronchialreihe in denjenigen einer mit Beziehung auf die Lungenarterie medialen und lateralen übergeht. Beide wären demnach als ursprünglich einander parallele Längsreihen aufzufassen, deren eine später allmälig bis auf das die andere nach oben überragende Kopfstück verschwindet und vielfach gänzlich verloren geht. Beim Krokodile konnte ich deutlich, genau so wie bei Vögeln, einen Ventralzweig des ersten eparteriellen Seitenbronchus um den Stammbronchus herum nach vorn verlaufen sehen. Den beiden Schildkröten schien er zu fehlen.

Ich bin leider nicht im Stande, über den Bronchialbaum von Vögeln und Reptilien weitere Mittheilungen zu machen. Dazu war mir das Material zu spärlich zugemessen. Es bleibt somit noch manches zu thun, bevor wir unser bezügliches Wissen als ein einigermaassen ausreichendes bezeichnen dürfen. Aber Ein grundlegendes Resultat ist doch schon jetzt mit Befriedigung zu verzeichnen, die Erkenntniss der völlig einheitlichen Gestaltung des Bronchialbaums in der Wirbelthierreihe. Seine Differenzirung schreitet getreu demselben Plane, nach welchem sie in ihren ersten Anfängen eingeleitet wird, auch bis zu Ende fort. Ich hege die Ueberzeugung, dass dabei die Lage der Lungenarterie eine entscheidende Rolle spielt, ohne freilich vor der Hand die Art dieses Einflusses näher bezeichnen zu können. Jedenfalls erscheint sie als der feste Punkt, der durch alle Wandlungen seiner Umgebung hindurch unerschüttert stehen bleibt. Was diese Wandlungen veranlasst, welche Momente die eparterielle Gruppe der Luftwege hinter diejenige der hyparteriellen zurücktreten lässt, darüber liegt zur Zeit noch undurchdringliches Dunkel. Auch das bleibt erst noch zu entscheiden, von wo die so weit reichende Differenzirung der Säugethierlunge ausgeht. Die Vögel treten unmittelbar in die Fussstapfen der

Reptilien. Den Säugethieren fehlt, wie noch in so vielen andern Beziehungen, der unmittelbare Anschluss an die Grundform. Das sind freilich bedauernswerthe Lücken. Sie sollen uns aber die Freude daran nicht verkümmern, dass wieder ein neues Organ dem Prinzipe der fortlaufenden Formentwicklung gewonnen und der Morphologie ein Gebiet erschlossen worden, aus dessen Boden ihr hoffentlich noch mehr als Eine Frucht erwachsen wird.

Erklärung der Tafeln.

Fig. 1—12 bringt Lungen mit von der Mediastinalseite her frei gelegtem Bronchialbaum. Alle Zweige desselben wurden mit grösster Sorgfalt nach dem Präparate controllirt, so dass in dieser Hinsicht auf volle Naturtreue Anspruch darf erhoben werden. Die Breite der einzelnen Theile wurde so wiedergegeben, wie sie sich eben darbot, ohne Rücksicht darauf, dass sich die einen in Folge der Nachgiebigkeit ihrer Wandungen abgeplattet hatten, die andern nicht. Ein völlig getreuer Ausdruck der Kaliberverhältnisse ist daher nicht zu erwarten. Dafür treten die photographisch aufgenommenen Metallausgüsse der Fig. 13—25 in die Lücke. — Die beigesetzten Buchstaben haben in allen Figuren dieselbe Bedeutung. Sie dürften für die Orientirung wohl ausreichen. Für den Menschen verweise ich ausserdem auf die halbschematische Figur 7, Seite 53 des Textes.

a. Eparterieller Seitenbronchus.
b. Erster hyparterieller Ventralbronchus. b′, Herzbronchus.
c. Erster hyparterieller Dorsalbronchus.

Die Nebenbronchen sind in Fig. 1—12 dicht am Stammbronchus abgeschnitten und daher leicht zu erkennen. In Fig. 13—25 ergiebt sich ihre Bedeutung, so weit sie überhaupt vorhanden und sichtbar sind, aus der Anordnung der Hauptbronchen. — Sämmtliche Zeichnungen rühren von Hrn. Armbruster, die photographischen Aufnahmen von M. Vollenweider und Sohn in Bern her.

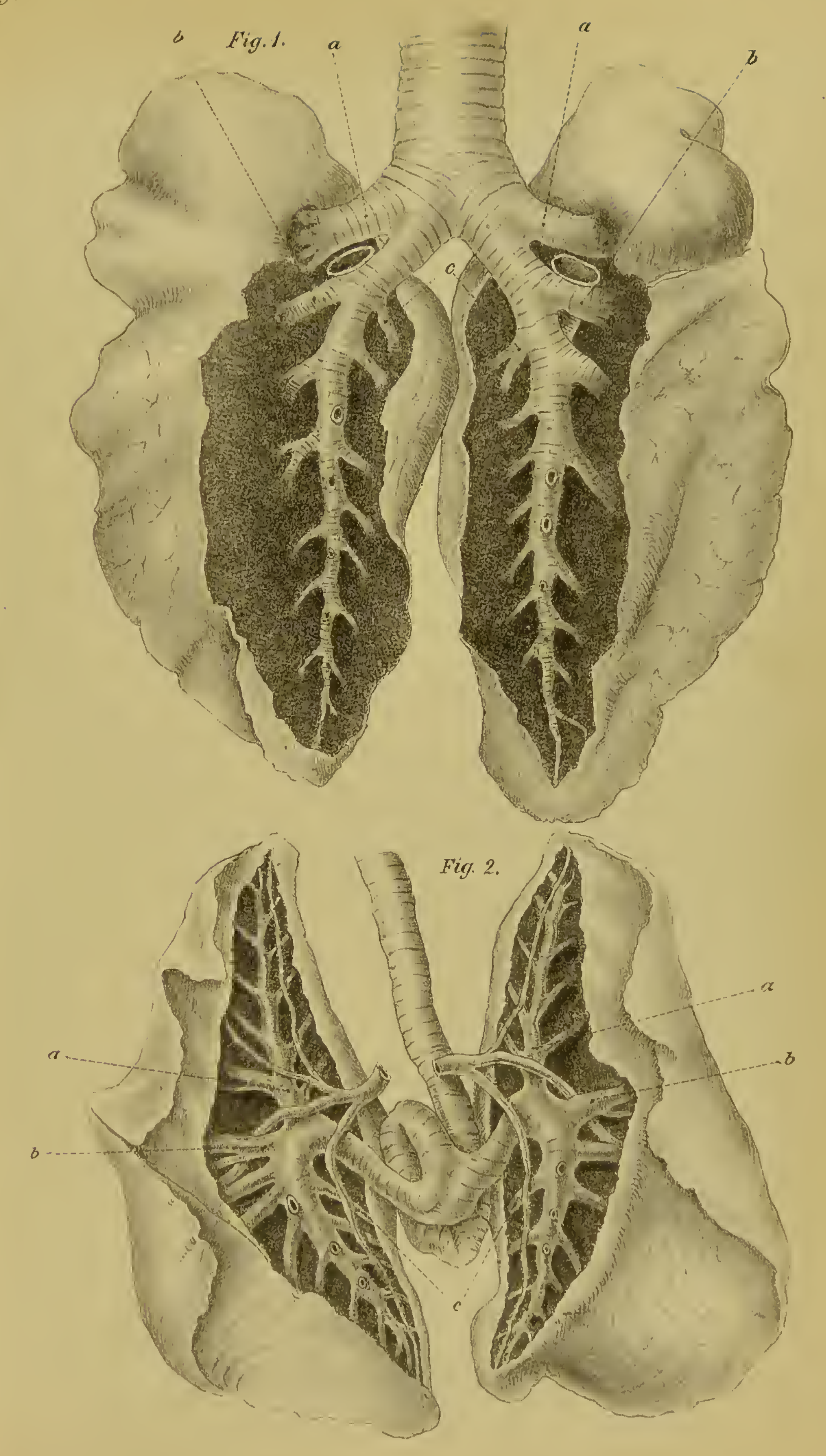
Taf. I. Fig. 1. Lunge und Bronchialbaum von Phoca vitulina (1/2 nat. Gr.) Vorderansicht.
Fig. 2. - - - - Bradypus tridactylus (1/1 nat. Gr.) Vorderansicht.
Taf. II. Fig. 3. - - - - Delphinus delphis (1/2 nat. Gr.) Vorderansicht.
Fig. 4. - - - - Auchenia lama (1/2 nat. Gr.) Vorderansicht.
Taf. III. Fig. 5. - - - - Bos taurus (1/3 nat. Gr.) Vorderansicht.
Fig. 6. - - - - Phascolomys Wombat (2/3 nat. Gr.) Vorderansicht.
Taf. IV. Fig. 7. - - - - Lemur mongoz (1/1 nat. Gr.) Vorderansicht.
Fig. 8. - - - - Ornithorhynchus paradoxus (1/1 nat. Gr.) Vorderansicht.
Taf. V. Fig. 9. - - - - Cynocephalus sphinx (1/1 nat. Gr.) Vorderansicht.

Taf. V. Fig. 11.*) Lunge und Bronchialbaum von Pithecus satyrus (2/3 nat. Gr.) Vorderansicht.
Taf. VI. Fig. 10.*) - - - Mensch (1/3 nat. Gr.) Vorderansicht.
Fig. 12. - - - - Hystrix cristata (2/3 nat. Gr.) Vorderansicht.
Taf. VII. Fig. 13. Bronchialbaum von Equus caballus. Metallausguss. Vorderansicht.
Taf. VIII. Fig. 14. Bronchialbaum von Canis familiaris. Metallausguss. Ansicht schräg von rechts und hinten.
Fig. 15. Derselbe. Vorderansicht.
Fig. 16. Bronchialbaum von Capra hircus. Metallausguss. Vorderansicht.
Fig. 17. Bronchialbaum von Phoca vitulina Metallausguss. Ansicht schräg von links und hinten. Der 4. hyparterielle Ventralbronchus der linken Lunge verkümmert.
Taf. IX. Fig. 18. Bronchialbaum eines Mannes von 38 Jahren. Metallausguss. Vorderansicht. Der Herzbronchus sehr unvollständig ausgegossen.
Fig. 19. Bronchialbaum eines Mannes von 35 Jahren. Metallausguss. Vorderansicht. Stammbronchus der rechten Lunge unterhalb des 3. hyparteriellen Ventralbronchus (bei *) abgebrochen.
Fig. 20. Bronchialbaum eines Mannes von 34 Jahren. Metallausguss. Vorderansicht. Caverne des linken Oberlappens.
Fig. 21. Bronchialbaum eines Weibes von 36 Jahren. Metallausguss. Vorderansicht.
Taf. X. Fig. 22. Bronchialbaum eines Mannes von 44 Jahren. Metallausguss. Vorderansicht.
Fig. 23. Derselbe. Ansicht schräg von rechts und hinten.
Fig. 24. Bronchialbaum eines Mannes von 53 Jahren. Metallausguss. Vorderansicht.
Fig. 25. Derselbe. Ansicht schräg von rechts und hinten.

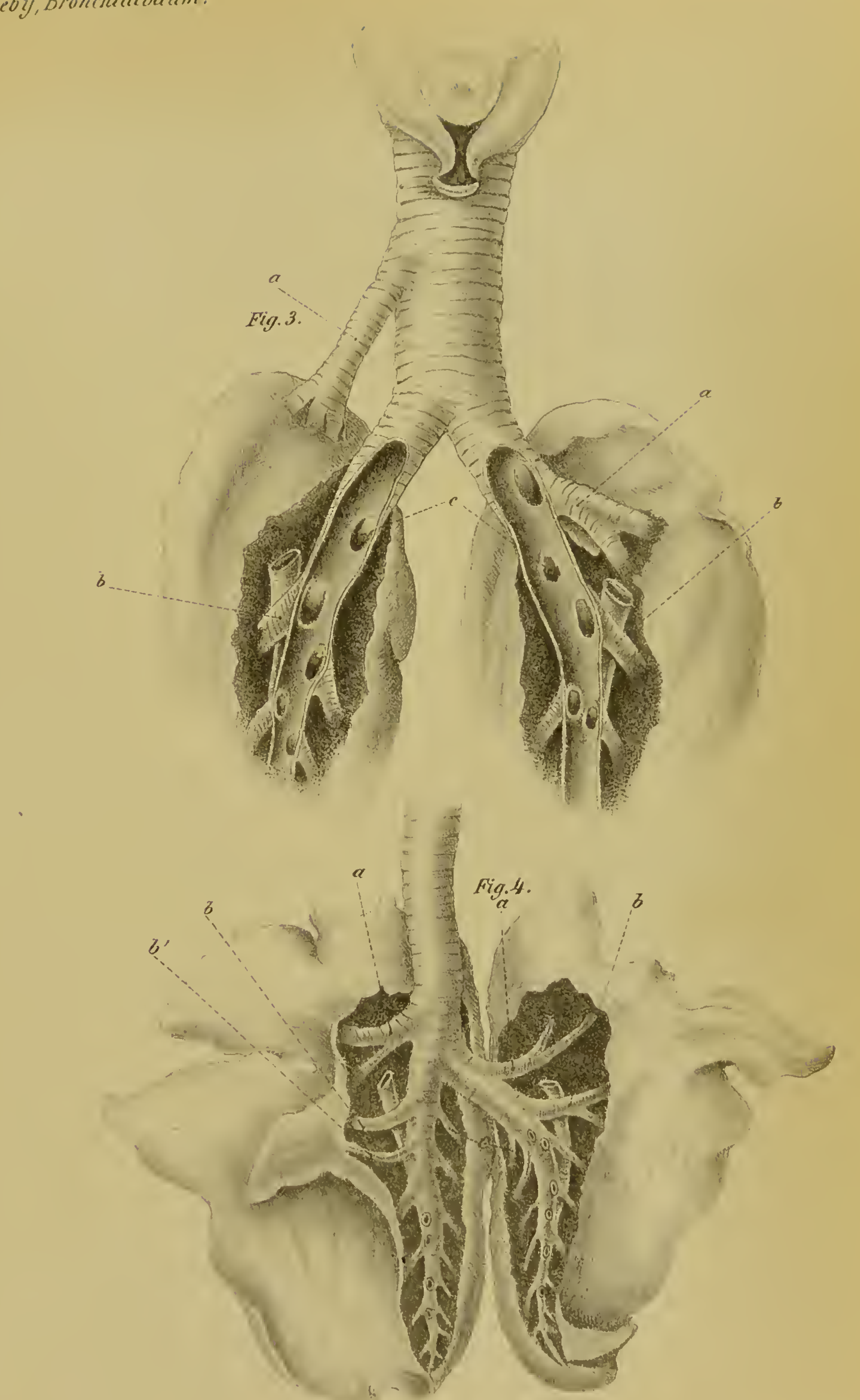
---

*) Fig. 10 und 11 mussten des Raumes wegen verstellt werden.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.


Fig. 1.
a
b
c
Fig. 2.
a
b
c



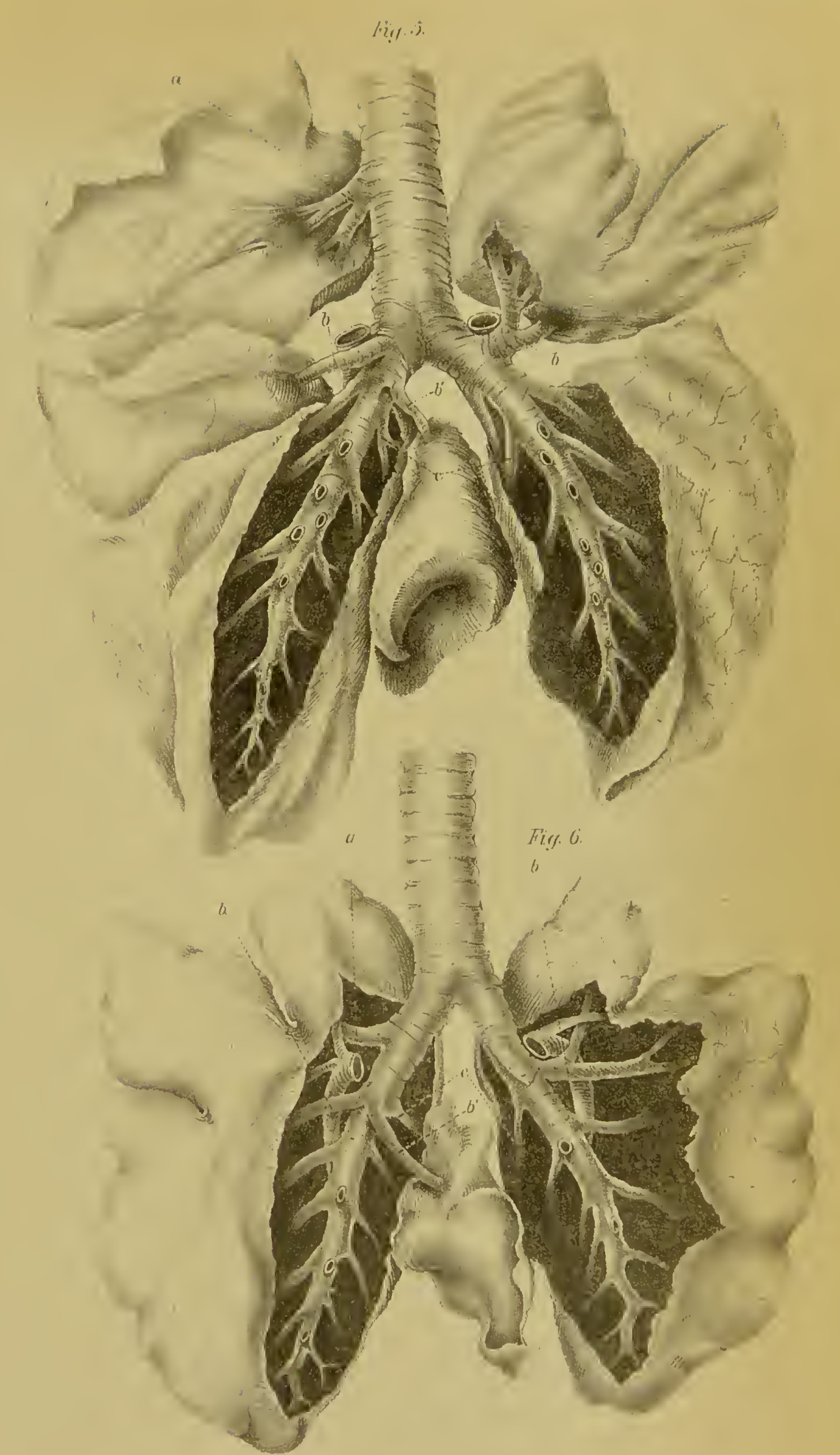


Armbruster del.

Verlag v. Wilh. Engelmann, Leipzig.

Lith. Anst. v J. G. Bach, Leipzig




Fig. 5.
a
b
b
b'
c
Fig. 6.
a
b
b
c
b'

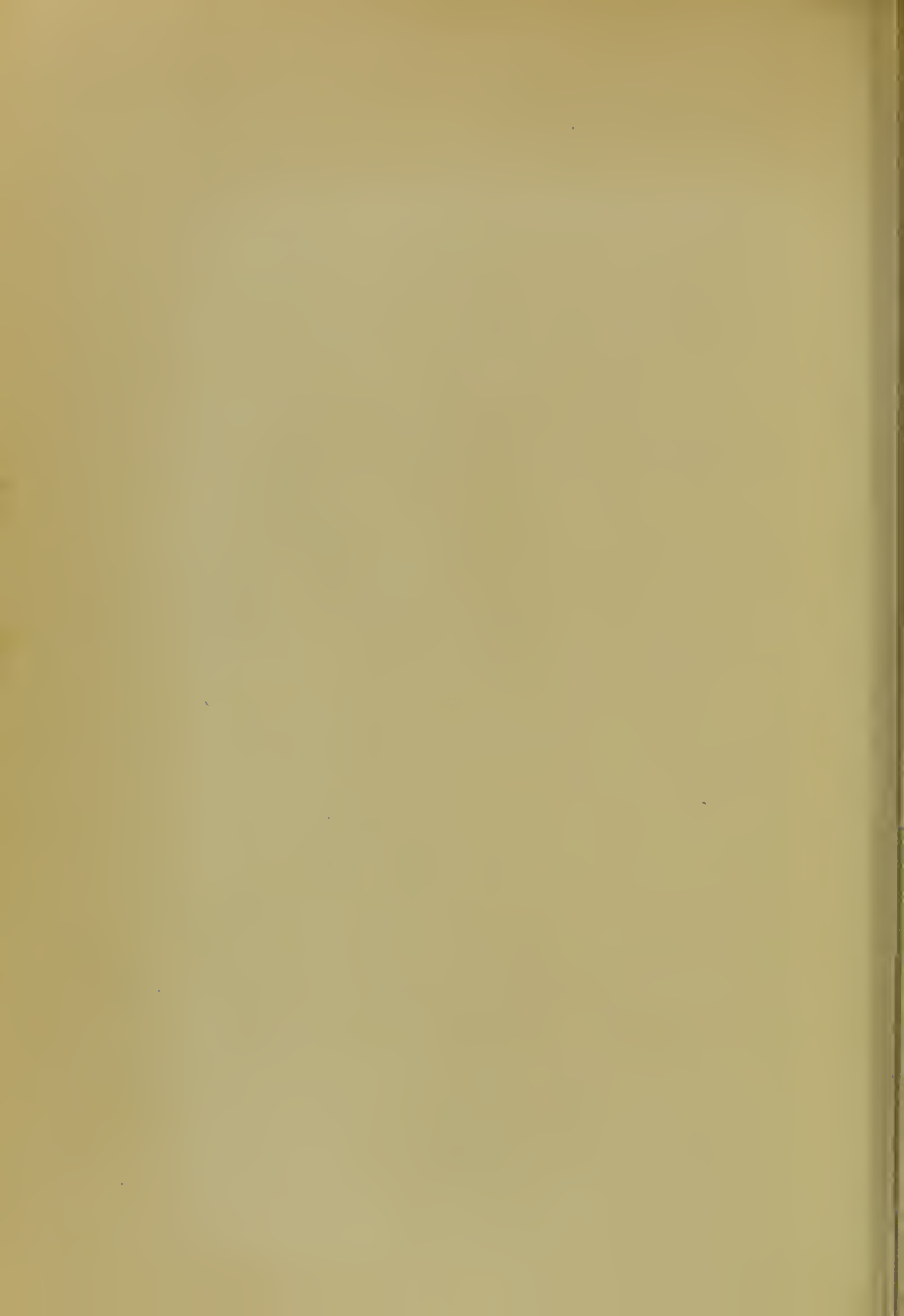


Fig. 7.

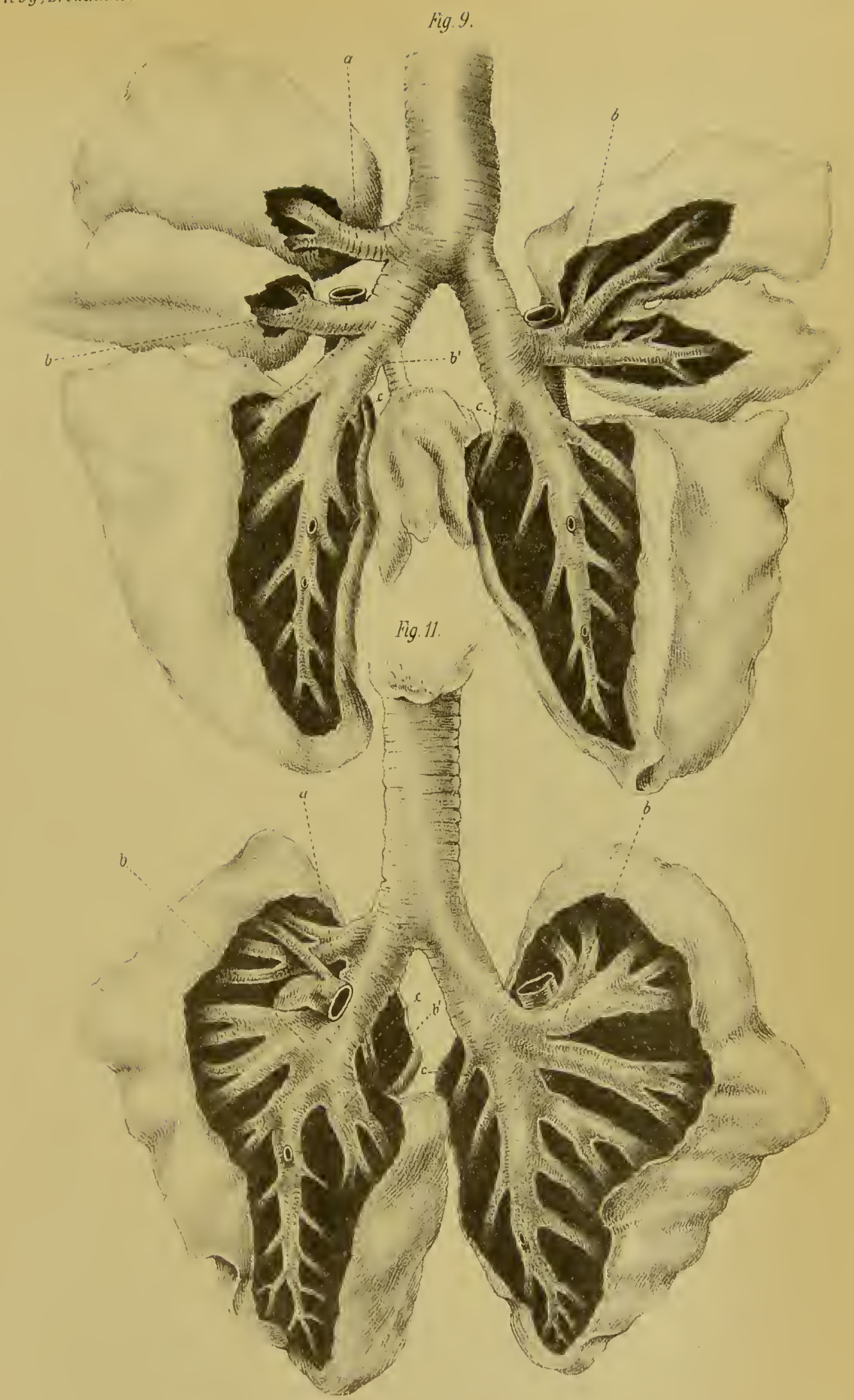
Fig. 8.

Armbruster del.

Verlag v. Wilh. Engelmann, Leipzig.

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.



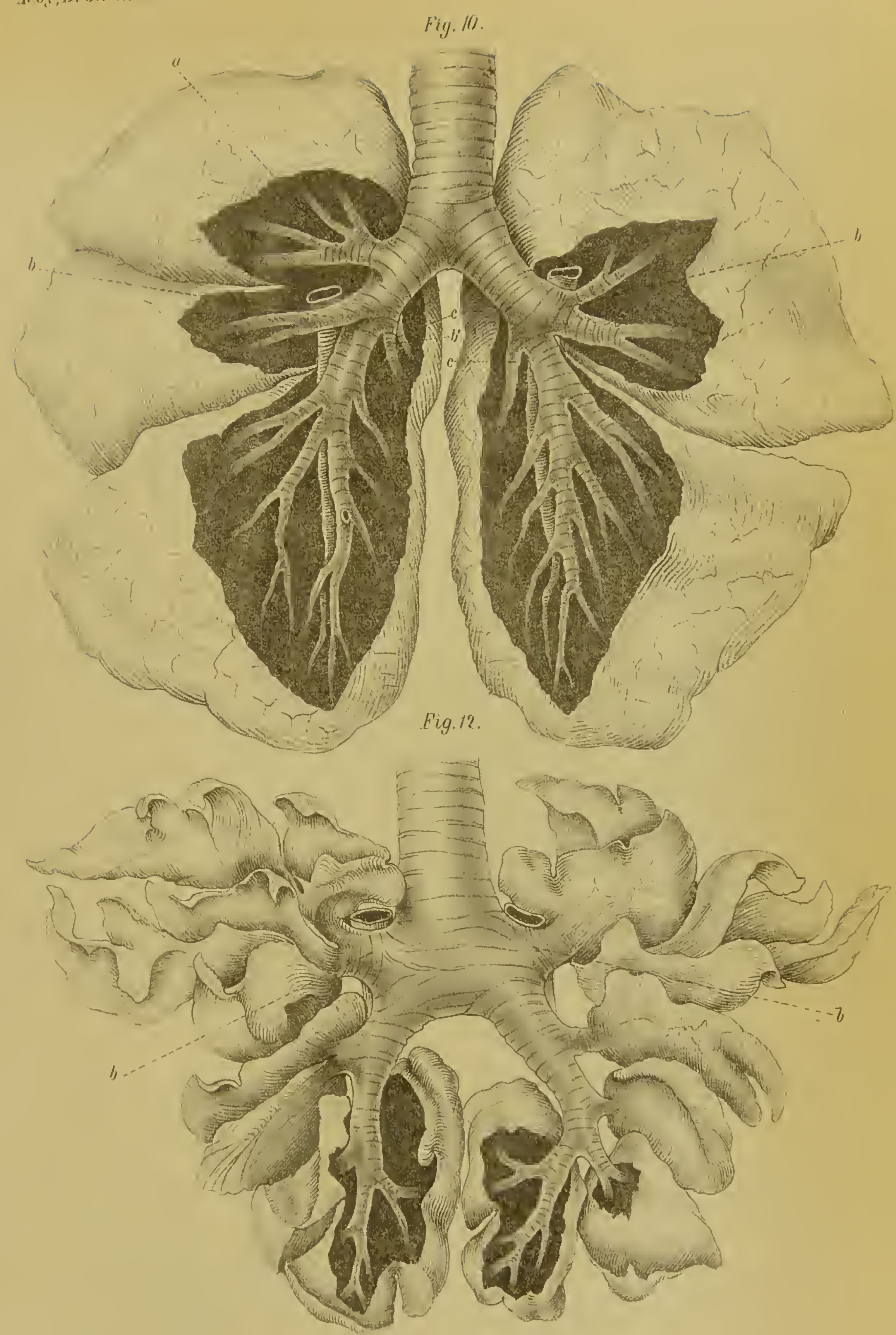


Armbruster del.

Verlag v. Wilh. Engelmann, Leipzig.

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.





Armbruster del. Verlag v. Wilh. Engelmann, Leipzig Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig

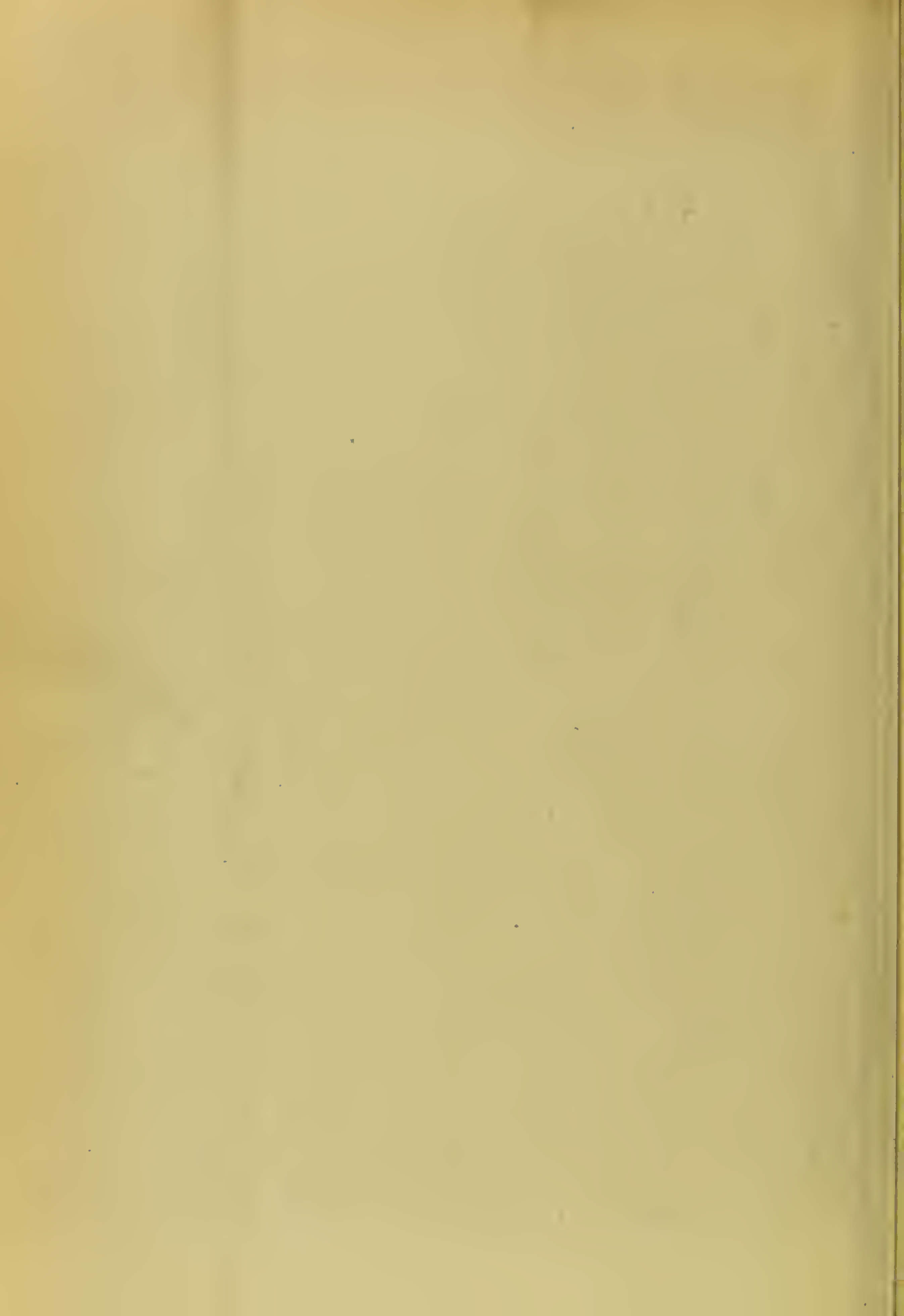




Fig. 13.

Verlag v. Wilh. Engelmann, Leipzig.

Lichtdruck von Römmler & Jonas in Dresden

a
b
b¹
b

Fig. 24

Verlag v. Wilh. Engelmann, Leipzig.

b
c
a
c
b

Fig: 25.



Fig. 22

Fig. 23



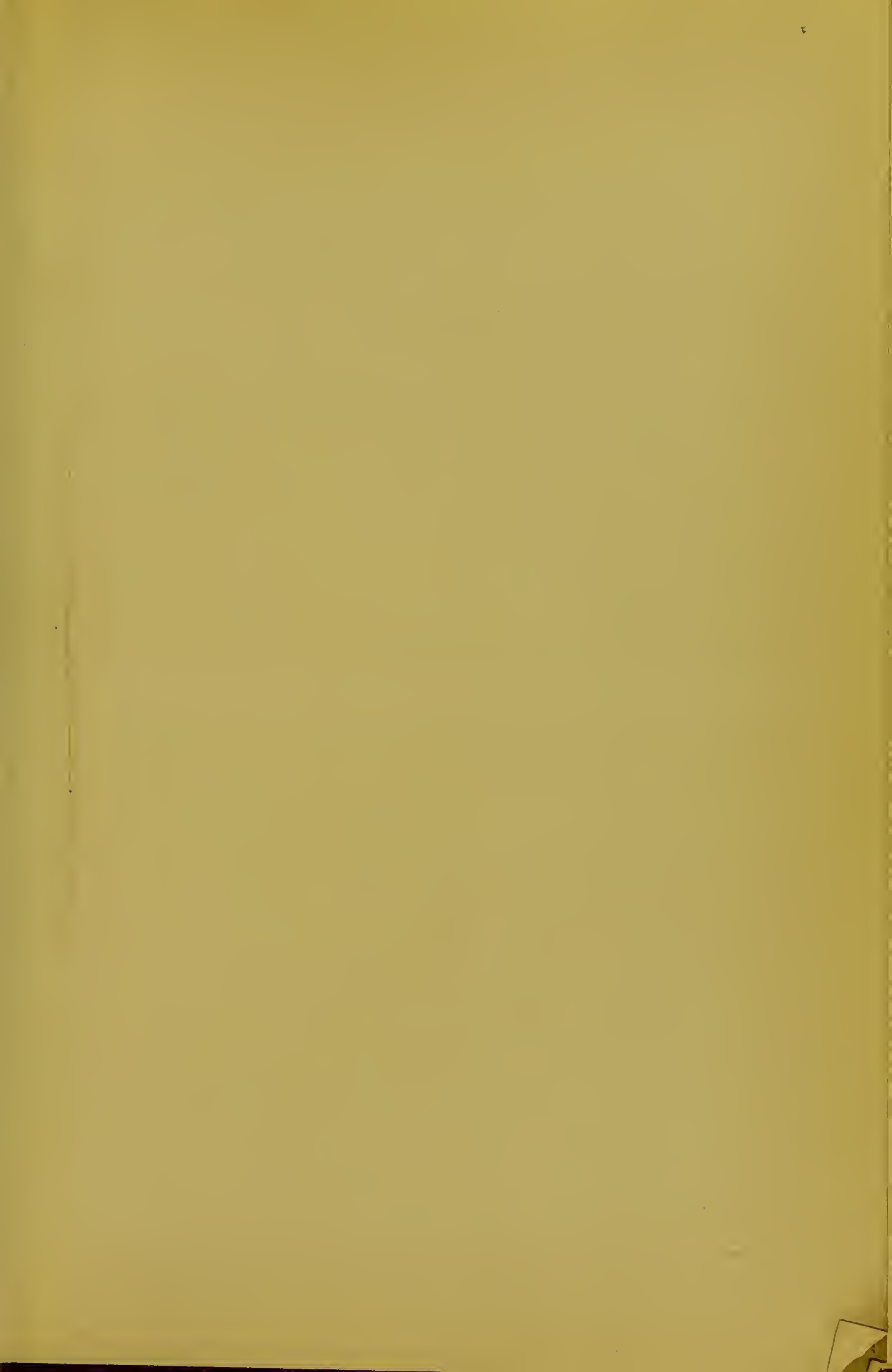


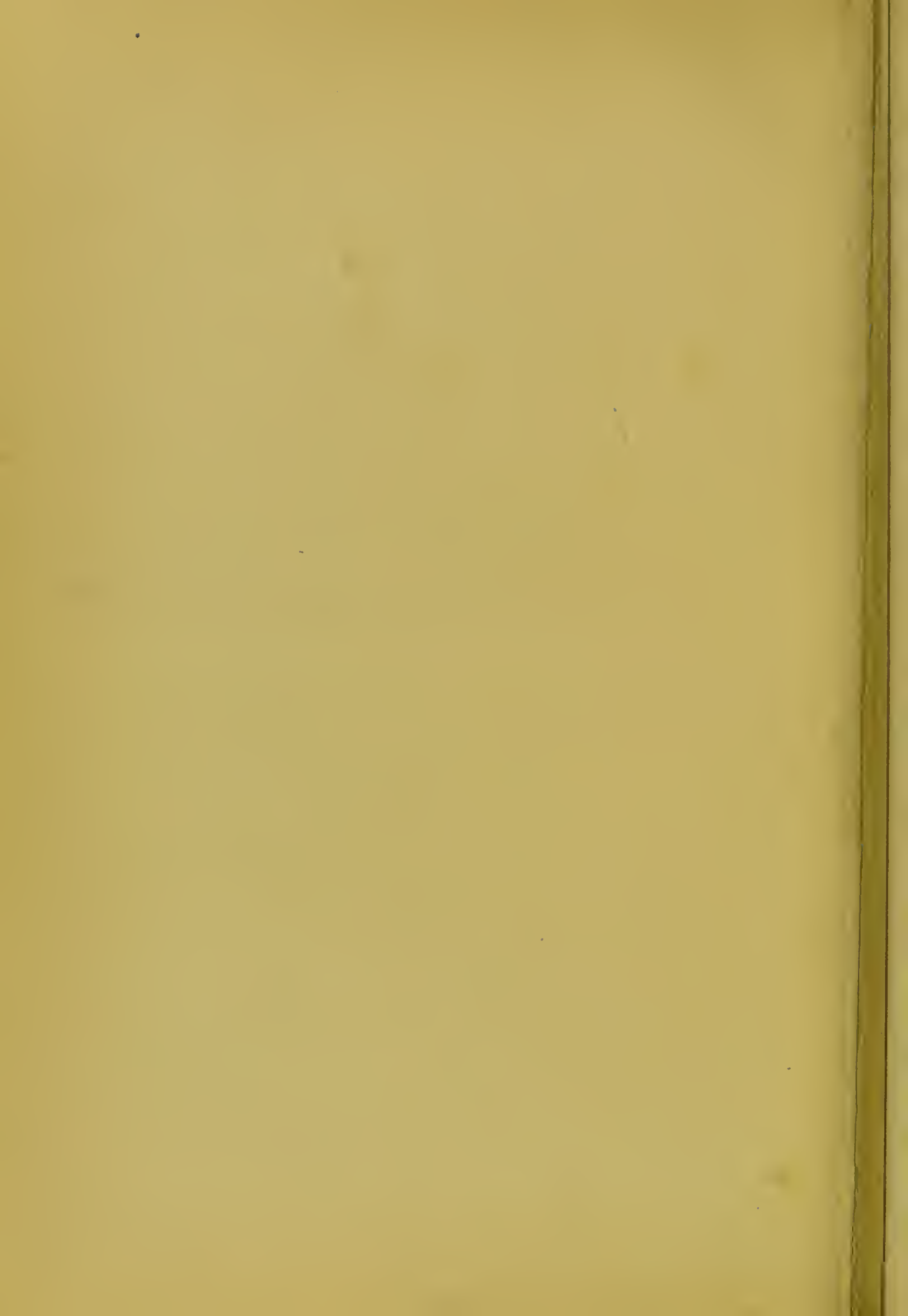
Fig 20

Fig 21.

Verlag v. Wilh. Engelmann, Leipzig.



Fig. 18



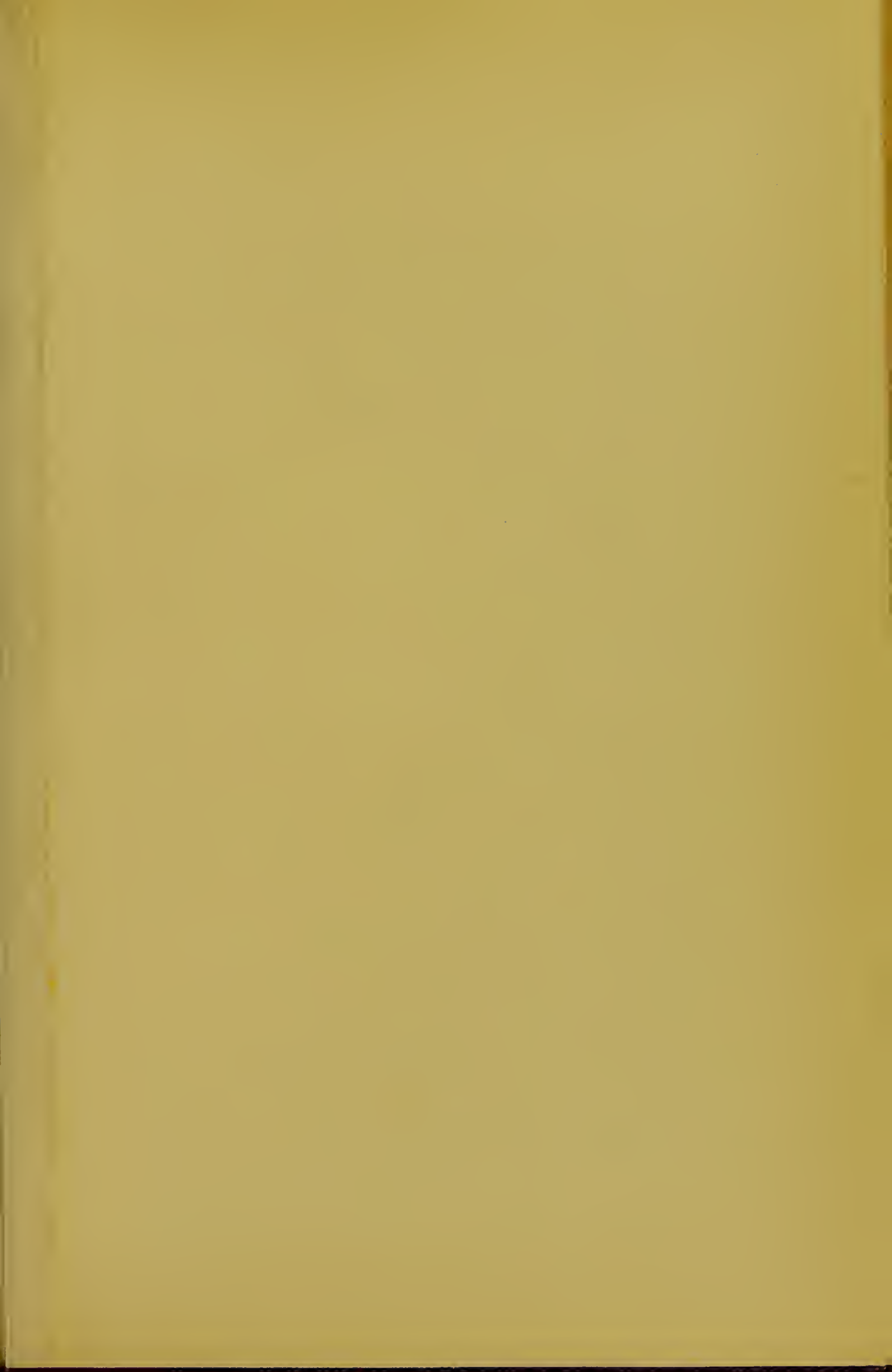


Fig. 14. Fig: 15.

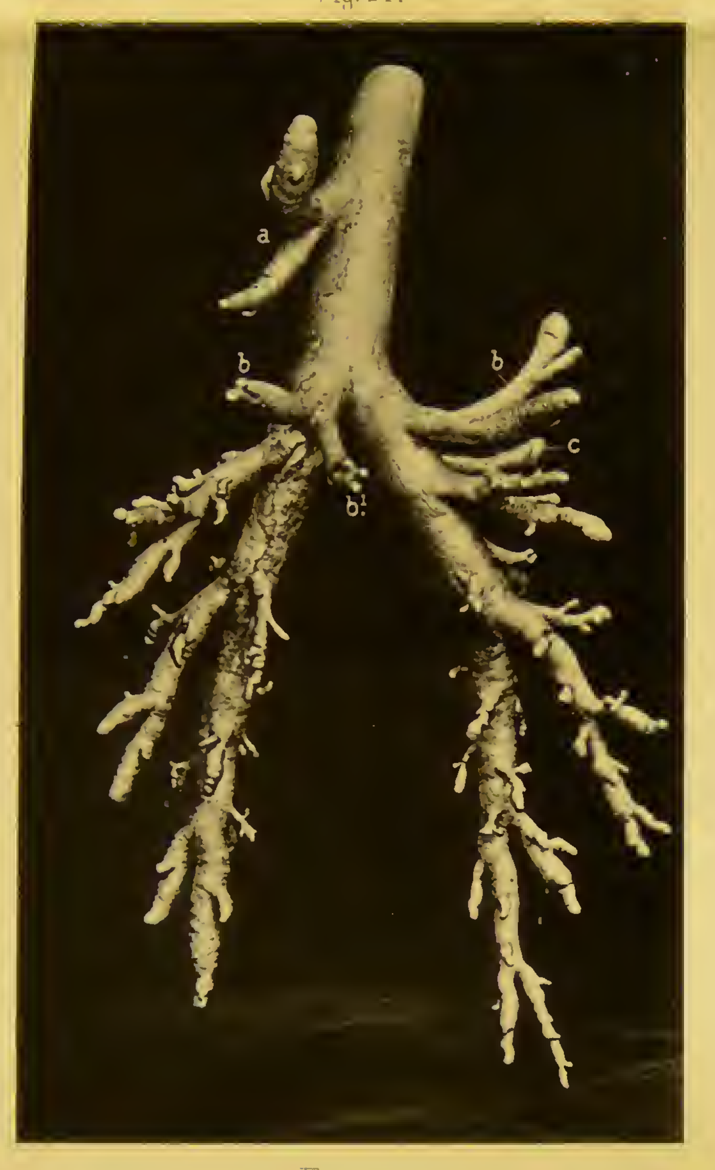


Fig: 16.

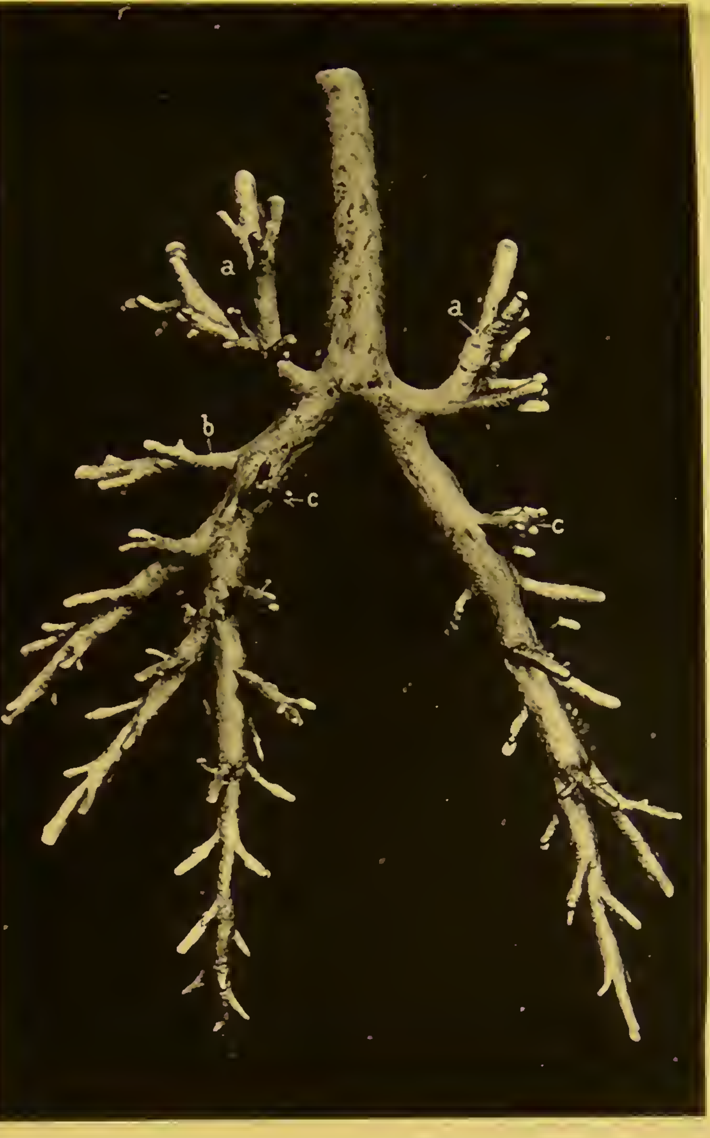
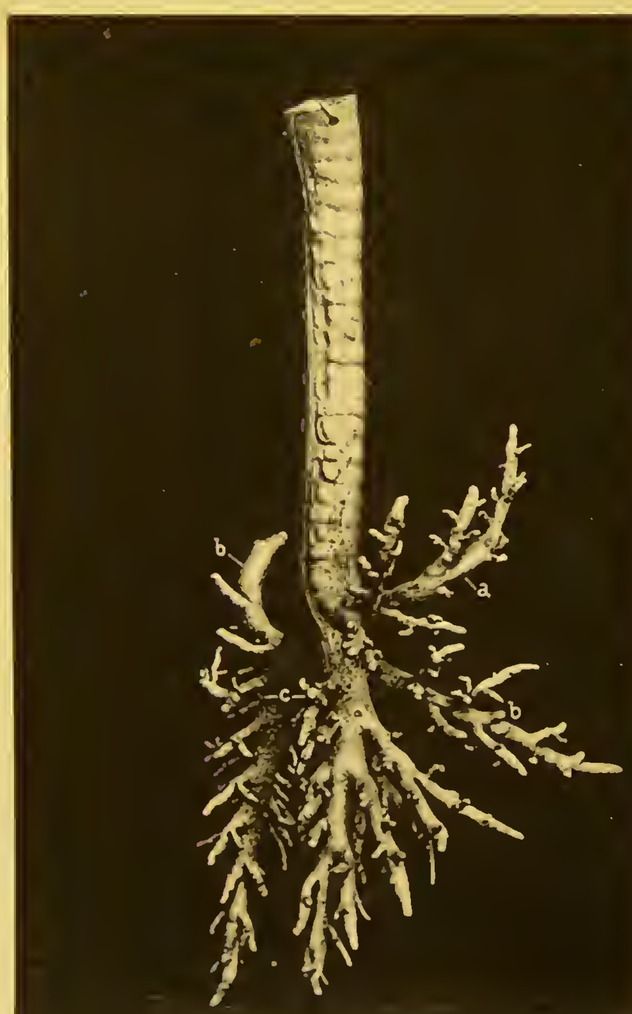
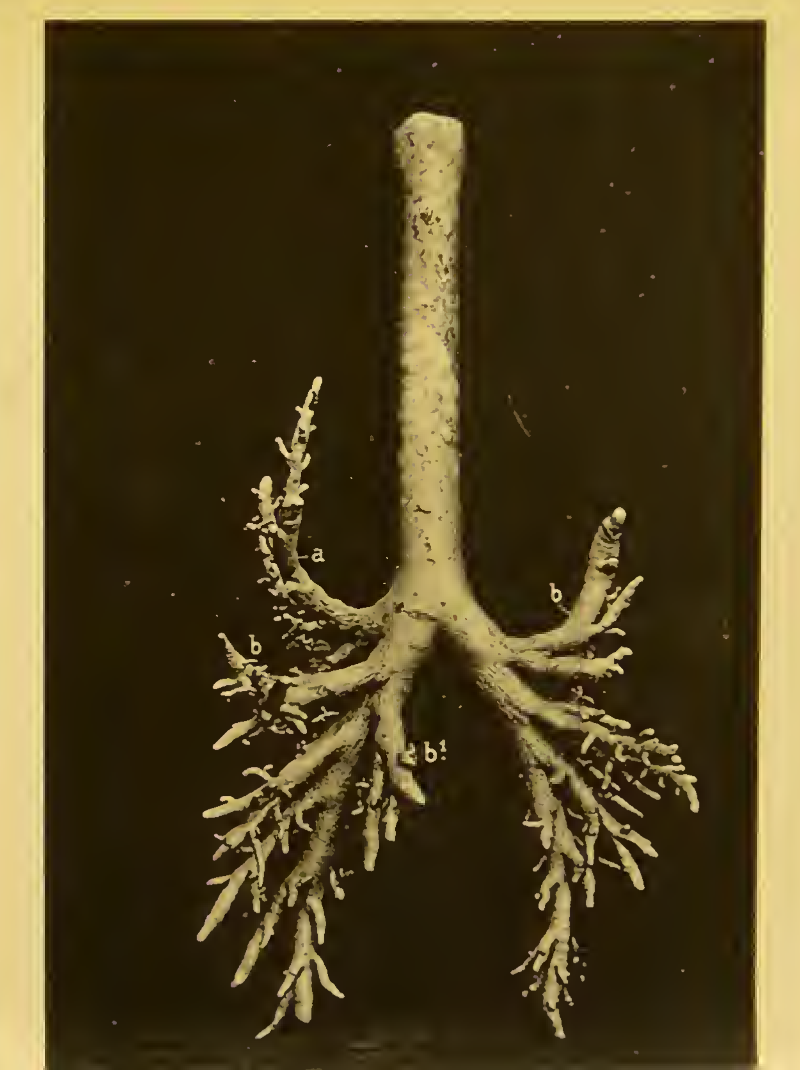


Fig: 17.

Verlag v. Wilh. Engelmann, Leipzig


b
a
c
b


a
b
b
b1

